COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 FÉVRIER 1882.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Serret, en présentant à l'Académie le tome XIII des « OEuvres de Lagrange », s'exprime comme il suit :

« Ce Volume contient la Correspondance inédite de Lagrange et de d'Alembert, publiée d'après les autographes conservés à la bibliothèque de l'Institut de France. M. Ludovic Lalanne s'est chargé de l'annoter, en me laissant le soin de la revision des nombreux passages mathématiques qu'elle renferme. »

M. Mouchez présente à l'Académie les deux Volumes des « Annales de l'Observatoire de Paris » contenant les Observations des années 1871 et 1872, dont la publication était restée arriérée. Il existait une lacune de six années, de 1868 à 1873; cinq années ont déjà paru. Il ne reste plus à publier que le Volume de 1873, qui paraîtra dans quelques mois.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année* 1881. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(40) Harmonia.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 1....	11.39.25	0.22.44,19	+ 0,14	96. 8. 8,1	+ 0,6
3....	11.29.42	0.20.52,25	+ 0,12	96.18.26,7	— 1,3
4....	11.24.51	0.19.56,88	+ 0,08	96.23.21,2	— 2,3
15....	10.32.20	0.10.39,06	»	97. 4.49,8	»
17....	10.23. 1	0. 9.11,89	»	97. 9.33,6	»
18....	10.18.24	0. 8.30,34	»	97.11.36,0	»
19....	10.13.48	0. 7.50,32	»	97.13.23,9	»
21....	10. 4.40	0. 6.34,55	»	97.16.15,6	»
29....	9.29.18	0. 2.38,46	»	97.18.12,5	»
31....	9.20.45	0. 1.57,13	»	97.16.18,8	»
		(102) Miriam.			
Oct. 3....	11.38.12	0.29.23,89	—10,90	82.46.44,8	+52,1
4....	11.33.37	0.28.44,03	—10,85	82.55.23,3	+52,5
15....	10.43.45	0.22. 6,28	—10,46	84.28.45,7	+51,8
17....	10.34.54	0.21. 6,45	—10,19	84.44.40,7	+48,6
18....	10.30.30	0.20.38,40	—10,06	84.52.30,1	+50,4
19....	10.26. 7	0.20.11,56	—10,07	85. 0. 9,8	+51,1
21....	10.17.26	0.19.22,40	— 9,70	85.15. 0,7	+51,4
29....	9.43.44	0.17. 7,05	»	86. 7. 0,2	»
		(196) Philomèle.			
Oct. 15....	9.46.36	23.24.47,86	»	104.25.47,3	»
17....	9.37.50	23.23.54,03	»	104.25.30,7	»
18....	9.33.29	23.23.28,93	»	104.25. 7,4	»
19....	9.29. 9	23.23. 4,79	»	104.24.34,7	»
22....	9.16.17	23.21.59,52	»	104.22. 4,9	»
		(137) Méliboea.			
Oct. 15....	11. 6.18	0.44.42,60	+ 0,46	82. 7.13,3	+ 4,7
17....	10.57.11	0.43.27,68	+ 0,46	82.26. 0,9	+ 8,0
18....	10.52.39	0.42.51,26	+ 0,54	82.35.14,0	+ 4,7
19....	10.48. 7	0.42.15,35	+ 0,40	82.44.27,8	+ 6,7
25....	10.21.15	0.38.57,90	+ 0,36	83.37.38,2	+ 4,6
29....	10. 3.39	0.37. 5,80	+ 0,59	84.10.47,3	+ 7,8
31....	9.54.58	0.36.16,01	»	84.26.29,1	»

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(61) DANAÉ.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 15....	11.15.31	0.53.57,48	— 5,68	59.33.54,0	+36,2
17....	11. 5.34	0.51.52,24	— 5,61	59.36.54,8	+35,4
18....	11. 0.37	0.50.50,35	— 5,75	59.38.48,5	+37,3
19....	10.55.40	0.49.49,33	— 5,69	59.40.55,2	+38,7
21....	10.45.49	0.47.49,71	— 5,58	59.45.43,2	+37,2
31....	9.57.38	0.38.57,09	— 5,37	60.20.40,7	+41,4
		(55) PANDORE.			
Oct. 15....	11.26.45	1. 5.13,53	— 0,28	80.51. 4,7	— 0,7
18....	11.12.13	1. 2.29,08	— 0,17	80.56.28,2	+ 2,2
19....	11. 7.24	1. 1.35,19	— 0,24	80.58.12,9	+ 0,6
21....	10.57.47	0.59.49,74	— 0,01	81. 1.41,7	— 0,5
29....	10.19.55	0.53.23,65	»	81.14.10,2	»
31....	10.10.38	0.51.58,66	»	81.16.41,1	»
		(184) DÉIOPÉE.			
Oct. 29....	11.10.48	1.44.25,33	—14,41	77.41.58,5	+89,2
		(87) SYLVIA.			
Oct. 29....	11.41.50	2.15.33,03	— 0,22	87.33.18,0	+ 0,8
31....	11.32.28	2.14. 1,74	— 0,46	87.36.12,7	+ 1,0
Nov. 9....	10.50.30	2. 7.26,24	— 0,23	87.44.29,8	— 3,8
12....	10.36.39	2. 5.22,60	— 0,32	87.45.26,8	— 1,1
14....	10.27.28	2. 4. 3,58	— 0,20	87.45.29,2	— 1,0
17....	10.13.48	2. 2.10,41	»	87.44.38,0	»
19....	10. 4.45	2. 0.58,86	»	87.43.30,2	»
		(37) FIDES.			
Oct. 29....	11.58. 2	2.31.46,82	— 9,10	72. 0.13,1	+50,1
31....	11.48.16	2.29.53,28	— 9,16	72. 5.30,3	+50,7
Nov. 9....	11. 4.29	2.21.27,45	— 8,76	72.31.57,0	+53,1
11....	10.54.50	2.19.39,87	— 8,95	72.38. 2,8	+49,5
12....	10.50. 2	2.18.47,40	— 8,91	72.41. 9,8	+51,8
14....	10.40.28	2.17. 5,36	— 8,73	72.47.16,9	+51,4
17....	10.26.16	2.14.40,32	— 8,58	72.56.17,1	+52,0
19....	10.16.54	2.13. 9,77	— 8,62	73. 2. 5,9	+53,6
23....	9.58.27	2.10.26,51	»	73.12.53,5	»

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(4) VESTA.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 29....	12. 4. 9	2.37.55,00	+ 0,75	85.48.23,0	— 5,1
31....	11.54.17	2.35.54,60	+ 0,63	85.55.29,2	— 4,7
Nov. 9....	11.10. 1	2.27. 0,61	+ 0,61	86.21.21,0	— 2,4
11....	11. 0.16	2.25. 6,81	+ 0,59	86.25.34,4	— 4,2
12....	10.55.24	2.24.11,07	+ 0,66	86.27.26,3	— 4,6
14....	10.45.44	2.22.21,82	+ 0,69	86.30.41,6	— 4,8
16....	10.36. 6	2.20.35,94	+ 0,49	86.33.18,6	— 4,0
17....	10.31.19	2.19.44,79	+ 0,68	86.34.21,0	— 4,5
19....	10.21.48	2.18. 5,38	+ 0,70	86.35.57,2	— 3,2
23....	10. 3. 1	2.15. 1,08	+ 0,73	86.37. 1,1	— 3,4
24....	9.58.22	2.14.18,36	+ 0,81	86.36.50,1	— 4,0
28....	9.40. 2	2.11.41,36	+ 0,68	86.34.20,7	— 4,9
Déc. 1....	9.26.32	2. 9.59,38	+ 0,60	86.30.40,2	— 3,7
21....	8. 2.48	2. 4.52,30	+ 0,46	85.28.57,3	— 2,5
23....	7.55. 2	2. 4.57,58	+ 0,31	85.19.37,0	— 1,9
		(76) FREIA.			
Nov. 9....	11.19.35	2.36.35,87	— 5,05	75.18.57,2	+21,5
12....	11. 5.33	2.34.21,74	— 5,42	75.31.26,9	+24,5
14....	10.56.15	2.32.54,73	— 5,21	75.39.35,8	+23,5
17....	10.42.20	2.30.47,63	— 5,44	75.51.32,3	+22,9
19....	10.33. 7	2.29.26,51	— 5,23	75.59.15,1	+22,8
23....	10.14.51	2.26.53,35	»	76.13.57,7	»
		(154) BERTHA.			
Nov. 23....	11.21.51	3.34. 4,38	— 3,37	58.56.42,9	+40,6
28....	10.56. 7	3.27.58,48	— 3,56	58.53.12,6	+39,2
		(43) ARIANE.			
Nov. 28....	11.36.12	4. 8. 9,95	+ 2,24	67. 6.43,1	+ 0,8
		(17) THÉTIS.			
Déc. 21....	10. 7.35	4. 9.59,97	»	75.42.17,9	»
23....	9.58.13	4. 8.29,50	»	»	»
		(114) CASSANDRE.			
Déc. 21....	10. 9.44	4.12. 9,11	+ 5,20	76.36.25,6	— 6,1
23....	10. 0.27	4.10.43,10	»	76.37. 6,0	»
24....	9.55.50	4.10. 2,37	»	76.37.15,5	»

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(192) NAUSICAA.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Déc. 21....	11. 0. 3	5. 2.36,27	− 7,10	54.39.29,7	+19,1
23....	10.50. 4	5. 0.28,64	− 6,98	54.49. 0,4	+21,1
24....	10.45. 7	4.59.27.71	− 6,74	54.53.56,4	+20,5

» Les comparaisons de Melibœa se rapportent à une éphéméride corrigée de M. Schulhof, celles de Fidès à l'éphéméride publiée dans le n° 167 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*, celles de Cassandre à l'éphéméride publiée dans le n° 169, celles de Nausicaa à l'éphéméride publiée dans le n° 173 des mêmes circulaires, et celles de Vesta à l'éphéméride publiée dans le *Nautical Almanac*. Toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations des 3 et 4 octobre ont été faites par M. Périgaud, celles du 1er octobre et du 1er décembre par M. P. Puiseux, et toutes les autres par M. H. Renan. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques*; par M. HERMITE.

« XXXVIII. La méthode générale que je vais exposer pour la détermination des constantes ω et λ repose principalement sur la considération du produit des solutions de l'équation de Lamé, qui viennent d'être représentées par $F(x)$ et $F(-x)$. Et, d'abord, on remarquera que, ayant

$$F(x+2K)=\mu F(x),$$
$$F(x+2iK')=\mu' F(x)$$

et, par suite,

$$F(-x-2K)=\frac{1}{\mu}F(-x),$$
$$F(-x-2iK')=\frac{1}{\mu'}F(-x),$$

ce produit est une fonction doublement périodique de première espèce, qui a pour pôle unique $x=iK'$. Voici, en conséquence, comment s'obtient son expression sous forme entièrement explicite.

» Soit

$$\Phi(x)=(-1)^n \mu' F(x)F(-x),$$

le facteur μ' ayant été introduit, pour pouvoir écrire

$$\begin{aligned}\Phi(iK'+\varepsilon) &= (-1)^n\mu' F(iK'+\varepsilon)F(-iK'-\varepsilon)\\ &= (-1)^n \quad F(iK'+\varepsilon)F(\quad iK'-\varepsilon).\end{aligned}$$

Cela étant et posant, pour abréger,

$$S = \frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{h_1}{\varepsilon^{n-2}} + \frac{h_2}{\varepsilon^{n-4}} + \ldots,$$

$$S_1 = C(\varepsilon^{n+1} + h'_1\varepsilon^{n+3} + h'_2\varepsilon^{n+5} + \ldots),$$

nous aurons

$$F(iK'+\varepsilon) = S + S_1,$$

$$F(iK'-\varepsilon) = (-1)^n(S - S_1),$$

d'où, par conséquent,

$$\Phi(iK'+\varepsilon) = S^2 - S_1^2.$$

On voit ainsi que la partie principale de développement suivant les puissances croissantes de ε est donnée par le premier terme S^2, et ne dépend point de la constante C, entrant dans le second terme, que nous ne connaissons pas encore. Faisons donc

$$S^2 = \frac{1}{\varepsilon^{2n}} + \frac{A_1}{\varepsilon^{2n-2}} + \frac{A_2}{\varepsilon^{2n-4}} + \ldots + \frac{A_{n-1}}{\varepsilon^2} + \ldots;$$

les coefficients A_1, A_2, ... seront

$$\begin{aligned}A_1 &= 2h_1,\\ A_2 &= 2h_2 + h_1^2,\\ A_3 &= 2h_3 + 2h_1h_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\end{aligned}$$

et l'on en conclut que, h_i étant un polynôme de degré i en h_1, il en est de même, en général, pour un coefficient de rang quelconque A_i. Maintenant l'expression cherchée découle de la formule de décomposition en éléments simples, qui a été donnée au § II. Nous obtenons ainsi

$$\begin{aligned}\Phi(x) = &-\frac{D_x^{2n-1}\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right]}{\Gamma(2n)} - A_1\frac{D^{2n-3}\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right]}{\Gamma(2n-2)} - A_2\frac{D^{2n-5}\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right]}{\Gamma(2n-4)} - \ldots\\ &- A_{n-1}D_x\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}\right] + \text{const.}\end{aligned}$$

La relation élémentaire

$$\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} = \frac{J}{K} - k^2\,\mathrm{sn}^2 x$$

donnera ensuite, sous une autre forme, en désignant par A une nouvelle constante,

$$\Phi(x) = \frac{D_x^{2n-2}(k^2\,\mathrm{sn}^2 x)}{\Gamma(2n)} + A_1 \frac{D^{2n-4}(k^2\,\mathrm{sn}^2 x)}{\Gamma(2n-2)} + A_2 \frac{D^{2n-6}(k^2\,\mathrm{sn}^2 x)}{\Gamma(2n-4)} + \ldots$$
$$+ A_{n-1}(k^2\,\mathrm{sn}^2 x) + A.$$

Pour la déterminer, nous emploierons, en outre de la partie principale de la série S^2, le terme indépendant de ε, qui sera désigné par A_n. En déduisant ce même terme de l'expression de $\Phi(x)$, et se rappelant qu'on a fait

$$\frac{1}{\mathrm{sn}^2\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon^2} + s_0 + s_1\varepsilon^2 + \ldots + s_i\varepsilon^{2i} + \ldots,$$

nous trouvons immédiatement

$$A = A_n - A_{n-1}s_0 - A_{n-2}\frac{s_1}{3} - \cdots - A_1\frac{s_{n-2}}{2n-3} - \frac{s_{n-1}}{2n-1}.$$

» Beaucoup d'autres expressions s'obtiennent de même en fonction linéaire de dérivées successives de $k^2\,\mathrm{sn}^2 x$, celles-ci, par exemple,

$$D_x^\alpha F(x) . D_x^\beta F(-x),$$

que je vais considérer dans le cas particulier de $\alpha = 1$, $\beta = 1$.

» Soit alors

$$\Phi_1(x) = (-1)^{n+1}\mu' F'(x) F'(-x),$$

et désignons par S' et S'_1 les dérivées par rapport à ε des séries S et S_1, de sorte qu'on ait

$$F'(iK' + \varepsilon) = S' + S'_1,$$
$$F'(iK' - \varepsilon) = (-1)^{n+1}(S' - S'_1).$$

De la relation

$$\Phi_1(iK' + \varepsilon) = (-1)^{n+1} F'(iK' + \varepsilon) F'(iK' - \varepsilon),$$

on conclura cette expression, savoir

$$\Phi_1(iK' + \varepsilon) = S'^2 - S_1'^2.$$

Faisant donc, comme tout à l'heure,

$$S'^2 = \frac{n^2}{\varepsilon^{2n+2}} + \frac{B_1}{\varepsilon^{2n}} + \frac{B_2}{\varepsilon^{2n-2}} + \cdots + \frac{B_n}{\varepsilon^2} + B_{n+1} + \ldots,$$

où le coefficient B_i est encore un polynôme en h_1 de degré i, nous aurons

$$\Phi_1(x) = n^2 \frac{D_x^{2n}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n+2)} + B_1 \frac{D_x^{2n-2}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n)}$$
$$+ B_2 \frac{D^{2n-4}(k^2 \operatorname{sn}^2 x)}{\Gamma(2n-2)} + \ldots + B_n(k^2 \operatorname{sn}^2 x) + B,$$

et la constante sera donnée par la formule

$$B = B_{n+1} - B_n s_0 - B_{n-1} \frac{s_1}{3} - \ldots - B_1 \frac{s_{n-1}}{2n-1} - n^2 \frac{s_n}{2n+1}.$$

» J'envisage enfin le déterminant fonctionnel formé avec les solutions $F(x)$ et $F(-x)$ de l'équation de Lamé, et je pose

$$\Phi_2(x) = (-1)^{n+1} \mu' [F(x)F'(-x) + F'(x)F(-x)].$$

» La relation suivante, qui s'obtient aisément, et dont le second membre ne contient que des termes entiers en ε, à savoir

$$\Phi_2(iK' + \varepsilon) = 2(SS'_1 - S'S_1) = 2(2n+1)C + \ldots,$$

donne, comme on le voit, la proposition bien connue que cette fonction est constante; nous allons en obtenir la valeur en la mettant sous la forme

$$(2n+1)C = \sqrt{N},$$

que nous garderons désormais.

» XXXIX. J'observe, à cet effet, que de l'identité

$$(SS' - S_1 S'_1)^2 = (SS'_1 - S_1 S')^2 + (S^2 - S_1^2)(S'^2 - S_1'^2)$$

on conclut immédiatement, entre les fonctions dont il vient d'être question, la relation suivante :

$$\frac{1}{4}\Phi'^2(iK' + \varepsilon) = \frac{1}{4}\Phi_2^2(iK' + \varepsilon) + \Phi(iK' + \varepsilon)\Phi_1(iK' + \varepsilon)$$

et, par conséquent,

$$\tfrac{1}{4}\Phi'^2(x) = N + \Phi(x)\,\Phi_1(x).$$

» Elle fait voir qu'en attribuant à la variable une valeur particulière, en supposant, par exemple, $x = 0$, N s'obtient comme un polynôme entier en h_1 du degré $2n+1$, puisque cette constante entre, comme on l'a vu, au degré n dans $\Phi(x)$, et au degré $n+1$ dans $\Phi_1(x)$. Ce point établi, nous remarquons que, en posant la condition $N = 0$, le déterminant fonctionnel

$\Phi_2(x)$ est nul, de sorte que le quotient $\frac{F(x)}{F(-x)}$ se réduit alors à une constante. Désignons-la pour un instant par A, on voit que le changement de x en $-x$ donne $A = \frac{1}{A}$; on a donc $A = \pm 1$, et, par conséquent,

$$F(-x) = \pm F(x).$$

» Remplaçons ensuite x par $x + 2K$ et $x + 2iK'$: le quotient se reproduit multiplié par μ^2 et μ'^2; ainsi il faut poser $\mu^2 = 1$, $\mu'^2 = 1$, c'est-à-dire $\mu = \pm 1$, $\mu' = \pm 1$.

» La condition $N = 0$ détermine donc les valeurs de h, pour lesquelles l'équation de Lamé est vérifiée par des fonctions doublement périodiques. Ce sont ces solutions, auxquelles est attaché à jamais le nom du grand géomètre, et dont les propriétés lui ont permis de traiter pour la première fois le problème difficile de la détermination des températures d'un ellipsoïde, lorsque l'on donne en chaque point la température de la surface. Elles s'offrent en ce moment comme un cas singulier de l'équation différentielle, où l'intégrale cesse d'être représentée par la formule

$$y = CF(x) + C'F(-x)$$

et subit un changement de forme analytique. Je me borne à les signaler sous ce point de vue, devant bientôt y revenir, et je reprends, pour en tirer une nouvelle conséquence, l'équation

$$\tfrac{1}{4}\Phi'^2(x) = N + \Phi(x)\Phi_1(x).$$

» Introduisons $\operatorname{sn}^2 x$ pour variable, en posant $\operatorname{sn}^2 x = t$; on voit que $\Phi(x)$ et $\Phi_1(x)$, ne contenant que des dérivées d'ordre pair de $\operatorname{sn}^2 x$, deviendront des polynômes entiers en t des degrés n et $n+1$, que je désignerai par $\Pi(t)$ et $\Pi_1(t)$. Soit encore

$$R(t) = t(1-t)(1-k^2 t),$$

la relation considérée prend cette forme

$$R(t)\Pi'^2(t) = N + \Pi(t)\Pi_1(t);$$

et voici la remarque, importante pour notre objet, à laquelle elle donne lieu.

» Développons la fraction rationnelle $\frac{\Pi'(t)}{\Pi(t)}$ en fraction continue, et distinguons, dans la série des réduites, celle dont le dénominateur est du degré ν, dans les deux cas de $n = 2\nu$ et $n = 2\nu - 1$. Si on le représente

par $\frac{\theta(t)}{\varphi(t)}$, le développement, suivant les puissances décroissantes de t, de la différence

$$\frac{\Pi'(t)}{\Pi(t)}\varphi(t)-\theta(t),$$

commencera ainsi par un terme en $\frac{1}{t^{\nu+2}}$, et, en posant

$$\Pi'(t)\varphi(t)-\Pi(t)\theta(t)=\psi(t),$$

on voit que, dans le premier cas, $\psi(t)$ sera un polynôme de degré $\nu-1$, et, dans le second, de degré $\nu-2$. Cela étant, je considère l'expression suivante :

$$N\varphi^2(t)-R(t)\psi^2(t);$$

on trouve d'abord aisément, en employant la relation proposée et la valeur de $\psi(t)$, qu'elle devient

$$\Pi(t)[-\varphi^2(t)\Pi_1(t)+2\varphi(t)\theta(t)R(t)\Pi'(t)-\theta^2(t)R(t)\Pi(t)],$$

et contient, par conséquent, en facteur, le polynôme $\Pi(t)$. On vérifie ensuite qu'elle est de degré $n+1$ en t, dans les deux cas de $n=2\nu$ et $n=2\nu-1$; nous pouvons ainsi poser

$$N\varphi^2(t)-R(t)\psi^2(t)=\Pi(t)(gt-g'),$$

et nous allons voir que ω est donné par la formule

$$\operatorname{sn}^2\omega=\frac{g'}{g},$$

où le second membre est une fonction rationnelle de h. »

THERMOCHIMIE. — *Sels doubles du mercure*; par M. **Berthelot**.

« Nous avons étudié jusqu'ici les chlorures, bromures [1], cyanures doubles. Venons aux iodures.

---

[1] Je dois rectifier ici une faute commise dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, p. 385 (en haut), pour le calcul de la chaleur de formation du bromure double de potassium et de mercure :

$KBr+2HgBr$ dégagent.....	$+3,1$	(au lieu de $+0,9$)
$KBr+2HgBr+2HO$......	$+6,4$	(au lieu de $+3,9$)

L'erreur provient de la substitution du chiffre $+6,6$ pour le mélange de la dissolution de $2HgBr$ avec celle de $6KBr$, au lieu de $+4,46\times2=+8,92$, qui résulte des expériences citées à la page 384, et de la substitution de $-2,5$ au lieu de $-2,7$, réellement observée (p. 383) pour la dissolution du sel double.

IODURES DOUBLES.

» J'ai étudié un iodure double, correspondant au bromure :

$$2HgI, KI \text{ anhydre},$$

et son hydrate : $2HgI, KI, 2HO$.

» 1° J'ai dissous ce sel, sous ses deux formes, dans une dissolution d'iodure de potassium.

$2HgI, KI$ dissous dans $13KI$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14° .... $-1^{Cal},43$
$2HgI, KI, 2HO$ dissous dans $13KI$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14° .... $-1^{Cal},61$

» Cette dissolution s'opère en deux temps, le sel double étant d'abord décomposé avec formation d'iodure rouge, au contact d'une portion de la solution aqueuse, puis se redissolvant dans la totalité de celle-ci.

» La dessiccation de cet iodure double doit être effectuée à une température aussi basse que possible, et en évitant soigneusement la fusion du sel; autrement il se produit une certaine dissociation. Par suite, au moment de la solidification, on voit apparaître une proportion souvent considérable d'iodure rouge à l'état de liberté. En opérant avec un sel ainsi décomposé en partie, j'ai obtenu, par sa dissolution dans la même solution de KI, seulement $-0^{Cal},68$, au lieu de $-1^{Cal},43$.

» Pour déduire de ces nombres la chaleur même de formation de l'iodure double, il faut y joindre les données suivantes :

2° Dissolution de l'iodure de potassium à 13°,4, dans une solution du même sel, identique à celle employée lors des mesures précédentes .... $-4,86$

» Ce chiffre est un peu plus faible que la chaleur de dissolution de l'iodure de potassium dans l'eau pure, soit

D'après mes expériences personnelles ..... $-5,07 + 0,036(t - 18)$
Ce qui fait .... $-5,21$ à 14°.

» 3° La dissolution de l'iodure de mercure, HgI, en beaux cristaux, dans une liqueur renfermant $3KI$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 12°,3, dégage $+2^{Cal},8$.

» Cette même dissolution, opérée avec l'iodure de mercure, pris au moment de sa précipitation, a dégagé $+2^{Cal},6$; quantité qui ne s'écarte pas de la précédente, au delà des limites d'erreur des expériences.

» Si l'on opère avec une quantité d'iodure de potassium moindre, on observe que la dissolution n'est pas complète avec un seul équivalent de

KI ($1^{éq} = 2^{lit}$); condition d'ailleurs où il se dégage seulement $+1^{Cal},7$, c'est-à-dire les deux tiers sensiblement du chiffre ci-dessus. Mais la dissolution est totale avec $1\frac{1}{2}$ KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), en dégageant $+2^{Cal},1$. Elle est complète, *a fortiori*, avec 2KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) : $+2^{Cal},3$.

» Un grand excès d'iodure de potassium fournit le même chiffre que 3KI ($+2^{Cal},8$).

» Ces faits étant connus, calculons la chaleur de formation de l'iodure double KI, 2HgI.

Premier cycle.		*Deuxième cycle.*	
KI dissous dans une liqueur renfermant déjà 7KI ($1^{éq} = 2^{lit}$), à 14°.	$-4,9$	KI + 2HgI rouge	x
Dissolution de 2HgI rouge dans cette liqueur	$+5,6$	Dissolution dans la liqueur renfermant 7KI	$-1,4$
	$+0,7$		$x-1,4$

D'où

$$x = +2,1.$$

» Ce chiffre représente la chaleur dégagée par l'union de l'iodure de potassium sec et de l'iodure de mercure rouge. Mais la teinte, à peine jaunâtre, de l'iodure double et diverses autres circonstances portent à admettre que c'est l'iodure jaune qui intervient réellement dans la formation du sel double. On aurait alors

KI + 2HgI jaune, dégage.......................... $+5^{Cal},1$

» La chaleur de formation de l'hydrate

KI, 2HgI + 2HO liquide, dégage.................. $+0^{Cal},2$

d'après les données précédentes; ce qui ferait une valeur négative depuis l'eau solide, circonstance que j'ai déjà observée plusieurs fois (butyrate de soude hydraté, acétate de strontiane, etc.)

» En somme, la *formation totale de cet hydrate, depuis ses trois composants*, KI + 2HgI + 2HO liq., dégage : $+2^{Cal},3$ (iodure rouge); $+5^{Cal},3$ (iodure jaune).

» Ce sel existe d'ailleurs dans les dissolutions; sa formation étant la condition même qui détermine la dissolution de l'iodure de mercure.

» En résumé, les quatre sels haloïdes simples de mercure se combinent, chacun avec le sel haloïde correspondant du potassium, pour former un sel double, ou plusieurs sels doubles, qui existent, tant à l'état cristallisé que dans l'état de dissolution : ces sels jouent un rôle capital dans les doubles décompositions salines, comme je le montrerai bientôt.

SELS DOUBLES FORMÉS PAR DEUX HALOGÈNES UNIS AU MERCURE.

» On sait que les chlorure, bromure, iodure, cyanure de mercure se combinent deux à deux, en formant des sels doubles, parfois cristallisables. J'ai étudié la chaleur de formation de ces sels par deux procédés distincts : par voie humide, en opérant sur les dissolutions; par voie sèche, en fondant deux sels simples ensemble dans des proportions équivalentes, puis en dissolvant le produit dans un menstrue convenable, comparativement avec ses composants. Cette étude fournit des renseignements intéressants sur les changements physiques et chimiques successifs des sels doubles et des systèmes équivalents.

» I. *Chloroiodures de mercure.* — **1.** Il existe des composés de cette nature, corps cristallisés, observés par Liebig, P. Boullay, Lassaigue et divers autres. Examinons-en la formation thermique.

» *Par voie humide,* la solution étendue de bichlorure de mercure, broyée avec l'iodure de mercure rouge en cristaux, ne paraît pas en dissoudre plus que l'eau pure. De même

$2\,HgCl\,(1^{éq}=4^{lit}) + KCl\,(1^{éq}=2^{lit}) + KI\,(1^{éq}=2^{lit})$, ont dégagé.... $+\ 13,76$

Or la somme des réactions séparées à la même température (14°),

$$\left\{\begin{array}{ll} HgCl\,(1^{éq}=4^{lit}) + KCl\,(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots & +\ 0,39 \\ HgCl\,(1^{éq}=4^{lit}) + KI\,(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots & +13,54 \end{array}\right.$$

a fourni $+13,93$; ce qui ne diffère pas sensiblement.

» De même, la formation de l'iodure de mercure en présence d'un excès de chlorure, à 14°,

$$2\,HgCl\,(1^{éq}=4^{lit}) + KI\,(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots\ldots +13,68$$

ne diffère pas sensiblement de l'expérience faite à équivalents égaux.

» Ainsi la formation d'un chloro-iodure par voie humide, *dans des solutions étendues,* n'a pas lieu, ou ne dégage pas de chaleur sensible.

» *Par voie sèche,* si l'on fond le chlorure et le bromure de mercure ensemble, à équivalents égaux, on obtient un liquide jaunâtre, qui se solidifie en une masse cristalline jaune clair. On peut même pulvériser cette masse et obtenir une poudre jaune sans mélange. Cependant, au bout d'un jour ou deux, la masse fondue se recouvre de points rouges d'iodure cristallisé; la même transformation s'opère bien plus rapidement sur la matière pulvérisée. Au bout d'un temps variable, et quelquefois aussitôt après la pulvérisation, elle ne tarde pas à devenir d'un rouge vif uniforme.

Il semble donc que la masse primitive renferme soit une combinaison de chlorure et d'iodure, soit au moins de l'iodure jaune, transformable spontanément en iodure rouge. Pour étudier ces changements de plus près, j'ai dissous le chlorure de mercure et l'iodure de mercure séparément, ainsi que le chloroiodure, préparé dans diverses conditions, et cela au moyen d'un même menstrue, tel que l'eau pour le chlorure de mercure, le cyanure de potassium, pour l'iodure et les chloro-iodures.

» 1° Le chlorure de mercure, récemment fondu et coulé dans une capsule, puis dissous dans 40 parties d'eau, quelques minutes après sa solidification, a absorbé, à 13° : $-1^{Cal},1$.

» Le sel n'avait pas été pulvérisé d'avance, mais broyé sous l'eau, dans le calorimètre même, avec une molette de platine. Le même chlorure, cristallisé depuis longtemps et pulvérisé d'avance, a absorbé $-1^{Cal},5$.

» Ainsi le chlorure de mercure récemment fondu n'est pas identique avec le chlorure cristallisé. Un fait analogue a déjà été observé pour certains chlorures simples, tels que le chlorure de sodium, d'après Person (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIII, p. 452) ; mais la différence était bien plus faible, soit $0^{Cal},09$ pour Na Cl. La différence observée sur le chlorure de mercure est plus grande, moindre cependant que celle qui existe entre l'iodure jaune et l'iodure rouge, $(+1^{Cal},5)$ d'après mes mesures.

» 2° J'ai trouvé également une différence sensible entre le bromure de mercure cristallisé depuis longtemps et le bromure tout récemment fondu, le dernier dégageant $+0^{Cal},3$ de plus que le premier lorsqu'on le dissout (sans le pulvériser d'avance) dans le cyanure de potassium, la concentration, la proportion relative et la température étant les mêmes.

» De telles différences représentent sans doute certains états transitoires, dérivés de la constitution physique du liquide, et que l'on traduisait autrefois par le mot de *chaleur de fusion* retenue dans l'état solide (1).

» On peut se demander jusqu'à quel point ces états sont comparables à l'iodure jaune, caractérisé par une forme cristalline distincte.

» 3° Le chloro-iodure manifeste des écarts bien plus considérables.

» Soit le système Hg Cl, HgI, pulvérisé après fusion et conservé deux mois, de façon à l'amener autant que possible à un état stable :

		Cal	
	Hg Cl HgI + 8 K Cy ($1^{éq}=2^{lit}$), à 9°, a dégagé....	$+31,9$	
{	Hg Cl solide + 4 K Cy ($1^{éq}=2^{lit}$)................	$+21,9$	} $+31,8$
{	HgI rouge + 4 K Cy ($1^{éq}=2^{lit}$)................	$+9,9$	}

(1) Voir mes *Recherches sur l'hydrate de chloral* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 564).

» La chaleur de combinaison définitive est donc nulle, ou sensiblement. Au contraire, le même système Hg Cl, HgI, fondu et coulé depuis une heure, puis traité par le cyanure de potassium, sans le pulvériser d'avance, a dégagé : $+36^{Cal},1$. Pulvérisé d'avance et traité de même, sans délai et avant qu'aucun point rouge eût apparu : $+35^{Cal},1$.

» Le chloro-iodure a donc retenu tout d'abord un excès thermique de $+3^{Cal},2$; et après pulvérisation : $+2,2$.

» Il résulte de ces faits que le chlorure de mercure et l'iodure de mercure ordinaires se trouvent associés dans le système solidifié avec absorption de chaleur; cette absorption surpasse même notablement celle qui a été observée avec les composants isolés ($+0,4$ pour Hg Cl; $+1,5$ pour Hg I jaune changé en Hg I rouge). Elle n'est pas explicable par une simple différence entre les chaleurs spécifiques normales des composants et du composé, attendu que celle-ci devrait surpasser des deux tiers la somme des deux premières, ce qui est contraire à toutes les analogies : pour tous les composés de cet ordre, la chaleur spécifique s'écarte à peine de la somme de celles des composants. Il s'agit donc ici d'un écart attribuable à la chaleur de fusion retenue dans l'état solide ([1]).

» Le système perd d'ailleurs peu à peu son excès de chaleur, à la température ordinaire, et la perte peut être rendue presque immédiate par la pulvérisation. Ceci rappelle les alliages métalliques, tels que ceux de Darcet et de Rose, qui se réchauffent spontanément dans l'état solide. L'hydrate de chloral et l'alcoolate récemment solidifiés manifestent des phénomènes du même ordre, et dont la durée peut s'étendre à plusieurs mois, d'après mes expériences ([2]).

» J'ai examiné les chloro-iodures formés suivant deux autres proportions : les systèmes fondus, puis solidifiés, ont été pulvérisés et conservés dans cet état pendant deux mois, avant d'être traités par le cyanure de potassium :

$$\left\{\begin{array}{l} \text{HgCl},2\text{HgI}+12\text{KCy}\,(1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}),\ \text{à}\ 13^{\circ}\ldots\ldots+41,4 \\ \text{Calcul}: +21,9+19,8=+41,7. \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{l} 2\text{HgCl},\text{HgI}+12\text{KCy}\,(1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}),\ \text{à}\ 13^{\circ}\ldots\ldots+54,0 \\ \text{Calcul}: +43,8+9,9=+53,7. \end{array}\right.$$

([1]) Le mélange du chlorure et de l'iodure de mercure liquides, opéré à 270°, n'a pas donné lieu à un changement de température notable; non plus que le mélange du chlorure et du bromure fondus, ni celui du bromure et de l'iodure fondus.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 564 (hydrate). — *Comptes rendus*, t. XCII, p. 830 (alcoolate).

» Les chaleurs dégagées seraient sensiblement nulles depuis l'iodure rouge; tandis qu'à partir de l'iodure jaune on aurait à peu près la chaleur dégagée par la transformation de ce sel en iodure rouge ($+1,5$). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur le permanganate de potasse, considéré comme antidote du venin des serpents, à propos d'une publication de M.* J.-B. de Lacerda; par M. DE QUATREFAGES.

« L'Académie n'a pas oublié les Communications de M. de Lacerda sur le venin des serpents; elle se souvient, à coup sûr, que ce savant Brésilien annonçait avoir trouvé, dans des injections sous-cutanées d'une solution de permanganate de potasse, un moyen de combattre les suites, presque toujours mortelles, de la morsure des ophidiens si dangereux qui pullulent dans les régions intertropicales. M. de Lacerda revient sur ce sujet dans une publication où il fait connaître plusieurs cas de guérison obtenus par ce procédé.

» Parmi les exemples cités, il en est quelques-uns de très remarquables, en ce que les injections n'ont été faites que onze et douze heures après la morsure. La tuméfaction extrême des membres, l'anxiété profonde des blessés, des hémorrhagies internes ou externes annonçaient une mort prochaine. Pourtant, à la suite de quelques injections, tous ces symptômes ont disparu, et les malades ont été parfaitement rétablis en peu de jours.

» Ces faits, recueillis sur divers points du territoire brésilien, accompagnés de détails précis, semblent être hors de doute. Ils confirment les résultats des expériences faites par l'auteur en présence des juges les plus autorisés et avec l'aide d'un de nos compatriotes, élève de Claude Bernard, M. le Dr Couty.

» Pour comprendre toute l'importance de la découverte due à M. de Lacerda, il faut se rappeler que, dans ces contrées, il meurt tous les ans des centaines d'individus qui succombent à la suite des morsures de diverses espèces de serpents.

» A la Martinique seule, sur une population de 125 000 âmes, la mortalité causée par le Trigonocéphale fer-de-lance (*Bothrops lanceolatus*) est au moins de *cinquante* individus par an, sans compter ceux qui restent estropiés ou infirmes pour le reste de leur vie [(RUFZ DE LAVIZON, *Rapport sur les animaux destructeurs du Fer-de-lance des Antilles* (*Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 1858, p. 1)]. On voit quel service inappréciable l'éminent

sous-directeur du laboratoire de Physiologie de Rio-Janeiro a rendu à nos compatriotes d'outre-mer.

» La France elle-même profitera de cette belle découverte.

» Sans doute, de tous nos serpents, les vipères seules sont venimeuses, et leur morsure est bien loin d'être aussi redoutable que celle de leurs congénères intertropicaux. Cependant elles font plus de mal qu'on ne le croit d'ordinaire. A diverses reprises, la question a été portée devant la Société d'Acclimatation. En 1859, une Commission fut nommée pour s'en occuper; une enquête fut instituée et donna lieu, en 1863, à un Rapport fort étendu de M. Soubeiran, aujourd'hui professeur à l'École de Pharmacie de Montpellier (*Bulletin de la Société d'Acclimatation*, 1863, p. 396). Des documents recueillis pendant ces quatre années il résulte que, si quelques-uns de nos départements semblent ne pas nourrir de vipères (Nord, Haute-Saône, etc.), que si d'autres n'en ont qu'un petit nombre (Meuse, Vosges, Bouches-du-Rhône, Oise, Corrèze), il en est aussi où ces reptiles pullulent de manière à constituer un véritable danger pour les habitants de la campagne (Vendée, Loire-Inférieure, Haute-Marne, Lot, Côte-d'Or). Ici, à diverses reprises, les Conseils généraux ont cherché à combattre le mal et ont institué des primes pour la destruction des vipères.

» Cette mesure a produit d'ordinaire de bons résultats. Dans la Haute-Marne en particulier, en 1856, le chiffre de ces reptiles apportés aux autorités locales s'éleva à 17415. En six ans, on a constaté officiellement la destruction de 57045 serpents venimeux, bien que la prime eût été abaissée de $0^{fr},50$ à $0^{fr},25$ et que le zèle des chasseurs eût, par suite, diminué. Ces chiffres donnent une idée du nombre de vipères qui doivent infester ce département.

» Malheureusement l'enquête n'a fourni aucun renseignement précis sur le nombre et la nature des accidents causés par la morsure des vipères. Il en résulte seulement que nos grands animaux domestiques se remettent assez rapidement, et sans qu'il soit nécessaire de leur faire subir aucun traitement; mais que les chèvres et les moutons succombent fréquemment, s'ils ne reçoivent pas de secours en temps utile. Il en est souvent de même pour les chiens, surtout quand ils ont été mordus au nez. En outre, même après la guérison, il leur reste presque toujours une faiblesse extrême et des troubles de la vision et de l'ouïe qui peuvent les rendre impropres à la chasse (Soubeiran).

» On sait depuis longtemps que l'homme adulte, mordu par une vipère, peut guérir spontanément. Mais on sait aussi que, dans ce cas, les phé-

nomènes soit locaux, soit généraux, sont plus prononcés et entraînent assez souvent une terminaison fatale. En tout cas, ils sont d'ordinaire assez graves et douloureux. Il est permis d'espérer que le moyen curatif trouvé par M. de Lacerda permettra de les arrêter promptement et à coup sûr. Ce procédé réussit, d'ailleurs, aussi bien sur les animaux que sur l'homme. A ce double titre, j'ai pensé pouvoir être utile à ceux de nos départements qui sont envahis par les vipères, en contribuant à faire connaître en France la belle découverte du savant brésilien.

» En décrivant son procédé, M. de Lacerda insiste sur la nécessité de préparer la solution de permanganate au moment même de s'en servir. Il conseille de préparer d'avance des petits paquets de ce sel de $0^{gr},1$ et un flacon pouvant contenir 10^{gr} d'eau. On obtient ainsi, au moment voulu, une solution exactement dosée au centième. L'injection se fait au moyen d'une seringue de Pravaz. On doit placer une ligature au-dessus de la morsure et injecter lentement une demi-seringue dans chaque blessure faite par les dents du reptile; puis on comprime les tissus pour faciliter la diffusion du liquide. Si le membre est déjà tuméfié, on doit faire quelques injections vers la limite de l'enflure. Si la rapidité des accidents peut faire penser que le venin a été porté directement dans une veine, on pousse une injection dans une veine superficielle.

» Qu'on me permette d'ajouter à ce qui précède une courte réflexion.

» Des recherches antérieures de M. de Lacerda il résulte que le venin des serpents doit ses propriétés toxiques, non pas au liquide même sécrété par les glandes, mais à des corpuscules plus ou moins analogues à ceux qu'on découvre journellement dans les virus. Y aurait-il là une indication à suivre? Le permanganate de potasse, si puissant contre le venin du Bothrops, présenterait-il des propriétés analogues, si on l'opposait à quelqu'une de ces maladies dont M. Pasteur nous a révélé la cause? Je me borne à poser la question aux hommes qui s'occupent des sujets de cette nature et surtout à celui dont les travaux tiendront une si large place dans l'histoire de la Science moderne. »

(La méthode dont il est question dans cette Communication sera soumise à l'examen d'une Commission composée de la Section de Médecine, à laquelle s'adjoindront MM. Pasteur, de Quatrefages, Fremy, Bouley.)

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur une influence spéciale du système nerveux, produisant l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus.* Mémoire de M. **Brown-Séquard.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une série de faits nouveaux relatifs à une influence remarquable exercée, dans certains cas, par le système nerveux sur la nutrition et les sécrétions, influence dont j'ai signalé pour la première fois l'existence en 1858. Divers états morbides, que l'on a étudiés chez l'homme sous les noms de *choc traumatique*, de *commotion*, de *stupeur*, de *collapsus*, d'*apoplexie* ou de *syncope*, montrent très souvent, ainsi que je l'ai trouvé, la présence et la puissance de cette influence. Cette intervention active du système nerveux consiste essentiellement en une cessation plus ou moins complète des échanges entre les tissus et le sang, dont dépendent la nutrition, les sécrétions et la chaleur animale. Cette influence nerveuse se manifeste tout d'abord par l'apparition de sang plus ou moins rouge dans les veines et par un abaissement de la température du corps. L'arrêt des échanges s'accompagne presque toujours d'une diminution, quelquefois de la cessation complète de la respiration, et souvent aussi d'une diminution des mouvements du cœur. Il est évident qu'en l'absence de l'entrée de l'oxygène et de la sortie de l'acide carbonique, lorsque la respiration cesse, la présence de sang rougeâtre ou rouge dans les veines n'aurait pas lieu si une cause spéciale n'intervenait pour suspendre les échanges entre les tissus et le sang. Sans cette cause, qui, ainsi que je l'ai trouvé, provient d'une action du système nerveux, le sang, loin de rougir dans les veines, noircirait, même dans les artères.

» A l'égard des causes qui produisent le plus fréquemment l'arrêt des échanges, je me bornerai à dire aujourd'hui que des lésions de presque toutes les parties du système nerveux central ou périphérique peuvent suspendre les échanges entre le sang et les tissus, soit par action directe, soit par action réflexe. Chez l'homme, les traumatismes les plus variés quant à leur siège et à leur étendue, les hémorrhagies, les ramollissements des centres nerveux, la péritonite, l'angine de poitrine, les affections des vis-

cères pelviens, abdominaux et thoraciques, etc., sont souvent les causes d'un arrêt des échanges qui peut être temporaire ou persister jusqu'à la mort. Il en est assez souvent ainsi chez les animaux pour les lésions du bulbe rachidien, et aussi, mais plus rarement, pour les lésions ou les irritations de nombre d'autres parties de l'organisme, et spécialement dans la décapitation, la galvanisation du larynx, des nerfs vagues ou des nerfs phréniques, dans l'insufflation pulmonaire, la submersion, la strangulation, l'application de chloroforme, de chloral et d'autres irritants sur la peau, l'écrasement des ganglions du nerf sympathique dans l'abdomen, la piqûre du diaphragme, l'abaissement violent de la tête sur le thorax, la pression sur les narines ou même sur une seule, etc. Plus ces causes sont soudaines, plus elles ont de puissance. Quant à leurs effets, je vais les exposer brièvement.

» 1° *Couleur du sang veineux.* — Non seulement ce sang peut devenir rougeâtre, mais encore il peut devenir absolument semblable au sang artériel, quant à sa couleur. J'ai constaté de plus quelquefois que, même une minute après la dernière respiration, dans cette espèce de mort, le sang dans les deux espèces de vaisseaux était, à bien peu près, aussi rutilant que du sang artériel chez un animal vivant et à l'état normal.

» 2° *Gaz du sang.* — Des recherches faites par mon préparateur, M. d'Arsonval, ont montré que la proportion d'acide carbonique est moindre qu'à l'état normal dans le sang rougeâtre des veines d'animaux soumis à l'arrêt des échanges. D'autres changements très singuliers ont été trouvés dans ce sang. Après de nouvelles recherches, M. d'Arsonval exposera à l'Académie les résultats obtenus.

» 3° *Absence de convulsions.* — Les morts par privation soudaine et complète de respiration sont toujours précédées de convulsions plus ou moins violentes ; il n'est est jamais ainsi dans les cas de mort par cessation de respiration s'accompagnant d'arrêt des échanges. De même, les mouvements rythmiques que l'on constate dans l'intestin quelque temps après la mort, et qui quelquefois la précèdent, sont bien moins forts et bien moins durables qu'après les morts ordinaires, quand l'arrêt des échanges coexiste avec l'arrêt final de la respiration.

» 4° *Abaissement de la température du corps.* — Chez un grand nombre d'animaux, surtout des cobayes et des lapins, j'ai constaté l'apparition d'un abaissement de température presque immédiatement après la production de l'arrêt des échanges. Il est peu fréquent que cet abaissement atteigne un degré très considérable pendant la vie de l'animal. Cependant une perte de

21° C. a eu lieu chez un cobaye du poids de 395gr, dans l'espace d'une heure, l'air étant à 11°. Il est vrai que l'arrêt des échanges dans ce cas coïncidait avec une paralysie vasculaire dans plusieurs parties : il y avait eu section de la moitié postérieure de la moelle cervicale. Après la mort avec arrêt des échanges, j'ai constaté invariablement un abaissement beaucoup plus rapide de la température du corps que dans les cas de mort sans cet arrêt. Un autre résultat d'expériences multipliées s'impose d'une manière si manifeste que je ne puis pas le négliger et encore moins le rejeter. La perte de chaleur dans un cadavre d'animal mort avec arrêt des échanges est bien plus rapide que celle qui devrait avoir lieu par les causes connues de déperdition de chaleur. On peut donc se demander si, par des transformations spéciales, une partie de la chaleur de l'animal ne devient pas latente. Pour donner un exemple des différences observées entre des animaux morts ayant eu l'arrêt des échanges et d'autres morts d'asphyxie, je dirai qu'un cobaye ayant eu cet arrêt a perdu 9°, 2 dans les trente minutes qui ont suivi la dernière respiration, tandis qu'un cobaye mort par asphyxie n'en a perdu que 4°, 6 dans le même temps. Si l'on compare la perte de chaleur dans ces deux cas à celle d'un corps de cobaye mort depuis cinq ou six jours, et qu'on a réchauffé de manière à lui donner la température d'un animal vivant, on trouve dans ce dernier cas une perte de 5°, 7, c'est-à-dire beaucoup moins que chez l'animal mort avec arrêt des échanges. Cette énorme différence montre combien est profonde l'influence du système nerveux alors qu'il produit l'arrêt des échanges.

5° *Contraction des vaisseaux sanguins.* — Ce phénomène est extrêmement fréquent et différencie nettement ce qui a lieu dans l'arrêt des échanges de ce que l'on voit, à un moindre degré, dans les cas où certaines lésions des centres nerveux ou des nerfs produisent une paralysie vasculaire avec couleur moins foncée du sang veineux, mais sans suspension des échanges.

» 6° *État du cœur gauche et des artères après la mort.* — Chez les individus morts avec arrêt des échanges, on trouve souvent du sang dans les artères et dans le cœur gauche alors que toute circulation a cessé. On sait que, dans les cas ordinaires de mort, ces parties sont presque toujours complètement vides de sang.

» 7° *Durée des propriétés de la moelle épinière, des nerfs et des muscles après la mort.* — Lorsque l'on tue promptement des animaux chez lesquels s'est produit l'arrêt des échanges, on constate que les propriétés de ces diverses parties durent bien plus longtemps que celles des mêmes parties chez les animaux morts sans arrêt des échanges. La rigidité cadavérique apparaît

tardivement; elle dure très longtemps et la putréfaction qui la suit, non seulement apparaît très tard, mais est lente à se développer.

» *Conclusion.* — Chez l'homme comme chez les animaux, le système nerveux a la puissance d'arrêter les échanges entre les tissus et le sang et de produire, par là ou autrement, des changements dans les propriétés des tissus, changements qui se manifestent non seulement pendant la vie, mais encore après la mort, dans les périodes d'existence de la rigidité cadavérique et de la putréfaction. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *L'action des hautes pressions atmosphériques sur l'organisme animal.* Note de M. E. DE CYON.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Jusqu'à présent, les expériences faites pour étudier cette action n'avaient pas donné de résultats bien précis. Il est vrai qu'on y procédait dans des conditions défavorables. On enfermait, dans un cylindre de fer, un chien, qu'on soumettait ensuite à de hautes pressions atmosphériques. Pendant toute la durée de l'expérience, il était impossible d'observer l'animal *de visu*. Les variations qui se produisaient nécessairement dans la circulation et la respiration échappaient à l'expérimentateur. On se contentait de tirer, de temps en temps, de la carotide du chien une certaine quantité de sang, dont on faisait l'analyse. C'est à grand'peine qu'on pouvait établir, avec quelques probabilités, quelles sont les pressions atmosphériques devant fatalement amener la mort. Encore moins parvenait-on à déterminer les véritables causes de cette mort.

» J'ai entrepris dernièrement l'étude de cette action, à l'aide de procédés plus rigoureux. Les mêmes appareils dont M. Paul Bert s'était servi auparavant pour ses expériences avaient été mis à ma disposition. A ces appareils, j'en ai ajouté d'autres, disposés de telle façon, qu'il m'a été permis, au cours de l'expérience, de mesurer avec exactitude toutes les variations de la pression sanguine, ainsi que les variations survenues dans le nombre et l'intensité des pulsations du cœur et des mouvements respiratoires. J'ai pu, de plus, intervenir à volonté dans le jeu régulier de ces fonctions, en soumettant les nerfs vasomoteurs, pneumogastriques ou sciatiques, à des excitations électriques.

» Ces opérations ont présenté de grandes difficultés d'exécution. Aucune autre série d'expériences physiologiques ne m'en a offert de semblables. Je

décrirai les appareils que j'ai mis en usage, dans l'exposé détaillé des expériences dont je parle. Qu'il me suffise de dire maintenant que j'ai mesuré la pression sanguine au moyen d'un manomètre à mercure placé en dehors de l'appareil à pression ; ce manomètre avait plus de 3^{m} de hauteur, et de $1^{mm},5$ à 2^{mm} de diamètre.

» Voici les principaux résultats que j'ai obtenus :

» 1° La pression sanguine, étant donné que le chien respire l'air ordinaire, commence à baisser aussitôt que l'élévation de la pression barométrique atteint $1^{atm},25$. Cet abaissement augmente lentement. A 3^{atm}, il est de 70 à 100^{mm}. Quand on remplace l'air ordinaire par l'oxygène pur, la pression sanguine subit un abaissement encore bien plus sensible : la descente s'effectue rapidement. A 3^{atm}, la pression sanguine est déjà si basse (à peine de 20 à 10^{mm}), que la circulation, et par conséquent la vie, devient presque impossible.

» 2° Lorsque la pression barométrique dépasse 2^{atm}, le nombre des pulsations cardiaques accuse une augmentation notable et constante. A ce moment, les pulsations, quand le chien respire l'oxygène pur, sont presque doublées : c'est entre $1^{atm},50$ et 2^{atm} que l'amplitude des battements du cœur devient le plus considérable.

» 3° Les mouvements respiratoires subissent des variations parallèles, mais en sens inverse. Jusqu'à 2^{atm}, le changement est à peu près nul. Les 2^{atm} une fois dépassées, le nombre des respirations diminue constamment. Quand l'animal respire l'oxygène pur, on compte de quatre à six pulsations par minute au maximum. Les respirations deviennent très superficielles.

» De l'ensemble de ces résultats, il ressort clairement :

» 1° Que les hautes pressions atmosphériques n'agissent sur l'organisme, d'une manière évidente, que lorsqu'elles modifient sensiblement les rapports existant entre la tension des gaz contenus dans le sang ;

» 2° Que cette action s'exerce sur les appareils de la circulation et de la respiration, conformément aux lois qui régissent l'action des gaz du sang sur les centres nerveux présidant au fonctionnement de ces appareils ;

» 3° Que, par conséquent, l'oxygène *n'est nullement un poison spécial pour l'organisme ; les animaux meurent à de hautes pressions atmosphériques, uniquement parce que, l'acide carbonique* (l'excitant principal des centres vasomoteurs et respiratoires) *diminuant très sensiblement, la circulation et la respiration s'arrêtent :* la circulation, *par suite de l'abaissement trop considérable de la pression sanguine ;* la respiration, *par l'état d'apnée.* Les battements du cœur s'accélèrent par les mêmes raisons : d'un côté, l'oxygène, l'excitant

normal des nerfs et des centres accélérateurs, augmente leur activité; d'un autre côté, la disparition de l'acide carbonique diminue l'action modératrice des nerfs pneumogastriques ([1]). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le parasite de la malaria.*
Note de M. **Richard.**

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, de Quatrefages, Pasteur, Bouley, Vulpian).

« M. Laveran, professeur agrégé du Val-de-Grâce, a signalé récemment dans le sang des malades atteints d'impaludisme un microbe spécial, auquel il a donné le nom d'*oscillaria malariæ*. J'ai, de mon côté, à l'hôpital de Philippeville, où les malades palustres abondent, institué les mêmes recherches, et j'ai trouvé d'une façon constante le même parasite chez les malades ayant des fièvres d'accès, parasite qui manque absolument chez les non-paludéens. Ces observations m'ont fourni, sur le microbe de la malaria, des détails nouveaux que je m'empresse de communiquer à l'Académie.

» Ce microbe a un habitat spécial, le globule rouge du sang, dans lequel il se développe comme un charançon dans une lentille, et d'où il sort une fois qu'il est arrivé à l'état parfait. Lorsqu'on examine du sang d'un malade qui est sous le coup de fièvres d'accès, on trouve des globules rouges qui ont, dans leur épaisseur, une toute petite tache claire, parfaitement ronde; ces globules ont, du reste, conservé toute l'apparence et toute l'élasticité des globules rouges normaux : ils sont simplement, qu'on me passe l'expression, *piqués*. A côté de ces globules, il en existe d'autres, où l'évolution du microbe est plus avancée; la tache claire s'est agrandie et elle est entourée comme d'une sertissure de fines granulations noires; tout autour, l'hémoglobine, parfaitement reconnaissable à sa teinte jaune verdâtre, forme un anneau qui ira se rétrécissant à mesure que le parasite augmentera lui-même de volume. Il arrive un moment où il ne reste plus qu'une étroite zone marginale, parfaitement décolorée,

---

([1]) *Voir* mon Mémoire *Sur l'influence de l'acide carbonique et de l'oxygène sur le cœur* (*Comptes rendus*, année 1867).

l'hémoglobine ayant disparu en entier, et où tout le corps du globule rouge est réduit à sa coque et est envahi par le microbe; à ce moment, l'on a sous les yeux un élément circulaire (corps n° 2 de Laveran), ayant à peu près la dimension du globule rouge et renfermant une élégante collerette de granulations noires; cette collerette, c'est le microbe qui est arrivé à son état parfait et qui est pourvu d'un ou plusieurs prolongements très ténus, mesurant 25^{μ} et plus de longueur; seulement ils ne sont pas visibles ainsi. A ce moment, le parasite va percer la membrane qui le contient et s'échapper en liberté dans le plasma sanguin. J'ai, en effet, sur plusieurs de mes préparations, vu le microbe sorti presque en entier de sa coque, qui restait appendue sur un de ses côtés sous la forme d'un cercle extrêmement pâle, nécessitant une grande attention pour être aperçu; des observations souvent répétées ne me laissent aucun doute sur la réalité de ce fait de l'émigration. D'autres fois, les filaments mobiles percent seuls l'enveloppe, dans laquelle le corps du parasite continue à rester enfermé. D'ailleurs, dans un cas comme dans l'autre, on le voit entrer en mouvement, et s'agiter vivement à la façon d'une verge flexible qu'on secouerait violemment en la tenant par le gros bout: ils fouettent les globules rouges voisins dans leurs évolutions; il arrive parfois que leur extrémité libre, légèrement renflée, se prend dans une maille du réticulum fibrineux, et alors c'est le corps du parasite qui oscille, en même temps que le filament se meut avec une rapidité croissante, comme s'il cherchait à se dégager. Au bout d'une heure, quelquefois moins, rarement plus, le mouvement s'éteint, et il ne reste que le cadavre du parasite.

» Ce phénomène si curieux des vibrations n'est pourtant pas la règle, du moins sur le champ du microscope; la plupart du temps, le parasite reste inerte; on a d'autant plus de chance de voir les vibrations qu'il est plus avancé dans son développement. Les globules rouges à parasites très petits n'entrent jamais en mouvement.

» Voici le dernier terme de tous les globules rouges parasitifères. On les voit peu à peu s'étaler, se déformer; la collerette pigmentaire se défait, et on a sous les yeux une de ces masses grisâtres, renfermant quelques granulations noires, qui ont été signalées par plusieurs observateurs, Kelsch entre autres. Les granulations pigmentaires, ainsi devenues libres, sont rapidement reprises dans le sang par les leucocytes, qui s'en imprègnent; je tiens à bien faire ressortir ici que le leucocyte mélanifère n'est qu'un épiphénomène du processus palustre, l'altération primordiale, essentielle, portant sur le globule rouge.

» M. Laveran a signalé encore d'autres corps allongés, ovalaires ou en forme de croissants (corps n° 1), ayant en longueur le diamètre du globule rouge. J'ai très souvent rencontré ces éléments, toujours chez d'anciens fébricitants; je pense que ce sont des globules rouges parasitifères, qui sont restés engagés pendant quelque temps dans des capillaires qu'ils ont traversés péniblement, et qui en ont gardé cette attitude forcée; je pense aussi que ces parasites sont arrêtés dans leur développement, car on ne les voit jamais entrer en vibration.

» Il y aurait nombre de déductions physico-pathologiques à tirer de ce qui précède; je me contenterai d'un seul exemple. L'accès pernicieux comateux tient à une obstruction des capillaires cérébraux, par des masses d'éléments dans lesquels une collerette de granulations noires fait nettement reconnaître les microbes ci-dessus décrits. Or les globules rouges parasitifères sont remarquables en ce qu'ils ont perdu toute leur élasticité et sont devenus très visqueux. Lorsqu'on essaye de les déplacer en pressant sur le couvre-objet, on voit les globules normaux s'échapper dans toutes les directions, tandis que les globules malades restent collés à leur place; pour les en faire bouger, il est nécessaire d'exercer sur la lamelle des pressions violentes. Ils doivent donc, et cela se comprend aisément, passer très-difficilement à travers des capillaires très fins, que le globule rouge franchit grâce à son élasticité merveilleuse, et les obstruer pour peu qu'ils soient nombreux; or, dans l'accès pernicieux, leur nombre est énorme.

» La destruction des globules rouges, si remarquable dans la malaria, l'action du sulfate de quinine, l'opiniâtreté de l'infection, s'expliquent trop bien pour qu'il soit nécessaire de m'y arrêter.

» Chez tout malade qui va avoir un accès, le microbe se retrouve. J'en excepte les cachectiques palustres; pour cette catégorie, mes recherches ne sont pas encore complètes.

» Au point de vue du diagnostic, le microbe palustre constitue un élément précieux, tant pour le praticien que pour le nosologiste.

» Au point de vue histologique, je crois que ce microbe est un vrai réactif, indiquant que le globule rouge est vraiment muni d'une membrane d'enveloppe.

» *Technique.* — J'ai suivi le procédé de Laveran qui consiste à examiner directement, sans liquide additionnel, le sang tiré du doigt par une piqûre. Il est nécessaire de prendre une très petite gouttelette de sang, afin d'avoir les globules bien étalés les uns à côté des autres. Cette méthode est la seule à employer lorsqu'on veut étudier le microbe et ses mouvements,

mais elle est insuffisante lorsqu'il s'agit de déceler les globules parasitaires dans un sang qui n'en renferme que peu; pour obtenir ce résultat, j'ai imaginé de détruire les globules rouges normaux, en mélangeant à la goutte de sang une goutte d'acide acétique; les parasites ne sont pas détruits : on les retrouve avec la plus grande facilité. Cette méthode a, en outre, l'avantage de pouvoir conserver pendant quelque temps les globules parasites allongés, mais ceux-là seulement. »

ZOOLOGIE. — *Un nouveau mâle* aptère *chez les Coccidiens* (Acanthococcus aceris *Sign.*). Note de M. J. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Un des caractères les plus généralement cités dans tous les Ouvrages qui traitent des Cochenilles ou Coccidiens est celui de présenter des mâles ailés, à deux ailes, comme les Diptères, et deux balanciers au-dessous.

» Le dernier grand Ouvrage de M. Signoret, *Essai sur les Cochenilles*, qui date de 1877, dit (p. 31) : *Les mâles sont toujours ailés*, et, même quand il se trouve en présence du mâle du *Gossyparia ulmi*, qui n'a que des moignons d'ailes, M. Signoret croit avoir affaire à un insecte mal développé (p. 321).

» Depuis que mes études sur le Phylloxera m'ont amené à m'occuper de tous les Homoptères, j'ai pu démontrer que l'état normal parfait du *Gossyparia ulmi* mâle était de n'avoir que des moignons d'ailes; en même temps je signalais à l'Académie une nouvelle Cochenille (aussi sur l'Ormeau) dont le mâle était complètement aptère (*Ritsemia pupifera*) et je décrivais dans un journal anglais (*Entomologist Monthly Magazine*, Vol. XIV, p. 34; 1877) une forme aptère de mâle trouvée aux racines de Graminées.

» Aujourd'hui c'est un nouveau mâle de Coccide, complètement aptère, dont je viens signaler l'existence. Il appartient à un Coccidien très connu, commun sur tous les érables et nommé *Acanthococcus aceris* par M. Signoret, qui a fort bien décrit la femelle et l'état larvaire.

» Cet Insecte se présente sous la forme habituelle des mâles de Coccide, mais sans aucune trace d'ailes ni de balanciers; sa taille est de $0^{m},70$, sa couleur d'un brun rougeâtre; les antennes ont dix articles, moniliformes et garnis de poils; elles ont environ $0^{mm},38$. L'abdomen se termine par un article renflé portant le pénis; cet article est placé entre deux papilles

triangulaires d'où partent deux longs filets blancs, caduques, fréquents chez tous les Coccides.

» Comme pour presque toutes mes découvertes, c'est par l'élevage que j'ai obtenu celle-ci. C'est même presque le seul moyen, non seulement d'obtenir ces créatures microscopiques en bon état, mais encore de rattacher l'individu à l'espèce à laquelle il appartient.

» J'ai pu, de cette manière, faire même quelques observations sur le développement nymphal des Cochenilles, qui n'ont pas encore été citées, que je sache.

» Les œufs de l'*Acanthococcus aceris* sont pondus, comme cela a lieu dans ce groupe de Coccides, dans le sac feutré qui sert d'enveloppe à la femelle et qu'elle exsude après accouplement. La ponte a lieu le 1er mai. Les œufs éclosent du 20 au 25, et les petites larves se répandent sur les érables, où elles se fixent sous les feuilles et grossissent très lentement. Elles sont alors de forme ovoïde, allongée, acuminée postérieurement et toutes garnies d'épines, d'où leur nom de genre.

» Quand les feuilles tombent, ces Insectes gagnent l'écorce et se préparent à leur sommeil d'hiver, qui, ici, ne dure pas très longtemps.

» En effet, si l'on enferme une de ces petites larves, on voit déjà, en décembre et dans les premiers jours de janvier, qu'elle sécrète par toutes ses épines, qui ne sont en réalité que des filières, une matière cotonneuse, feutrée, qui l'entoure comme un cocon, fermé à sa partie antérieure, mais fendu transversalement à sa partie postérieure.

» Le cocon fini, ce qui a eu lieu chez moi le 14 janvier, l'insecte se débarrasse de sa peau à filières, qui lui est devenue inutile, et la rejette par la fente postérieure.

» Alors il prend une forme plus allongée et apparaît comme un petit sac plein d'un liquide amorphe, sur lequel se détachent, comme d'informes appendices, les deux antennes et les six jambes, qui ont à peine des traces d'articulation et n'ont que $0^{mm},009$ de long. Cet état *pseudonymphal*, qui me rappellerait les *pseudonymphes* des Cantharides, dure une huitaine de jours : alors nouveau changement de peau, qui est rejetée également par la fente postérieure, et la vraie nymphe arrive. Celle-ci a les membres plus développés : les jambes ont $0^{mm},045$ de longueur et montrent très bien leurs articulations; les antennes, quoique lisses et cerclées de dix petites lignes, laissent voir par transparence les articles moniliformes et velus de l'Insecte parfait qui se forme à l'intérieur, brise cette troisième enveloppe après une quinzaine de jours et l'envoie, toujours par la fente postérieure, rejoindre les deux précédentes.

» On voit alors apparaître la pointe des deux filets blancs que sécrète l'insecte et qui s'allongent de jour en jour; enfin le gracieux petit animal sort à reculons et court sur le tronc des érables, à la recherche des femelles, s'accouple et meurt; c'est alors à la femelle à s'entourer d'un cocon et à le remplir d'œufs, qui donneront la génération suivante.

» Cette histoire a tout l'air d'un roman, mais je joins, comme pièce à l'appui, l'insecte vivant lui-même, dans la petite prison où il a dépouillé sous mes yeux son enveloppe de *pseudonymphe* et de *nymphe*, qui sont à côté de lui. L'Académie verra ainsi par elle-même combien il est simple et facile de suivre l'évolution de ces petits êtres, en les mettant en cellule entre deux verres.

» Seulement où cet insecte prend-il de quoi sécréter un cocon et rejeter successivement trois enveloppes? Je n'en sais rien, et je laisse à de plus savants que moi le soin de l'expliquer. »

M. G. **Cabanellas** adresse, par l'entremise de M. Cornu, une Note portant pour titre « Les machines dynamo-électriques à courant continu peuvent-elles exister? »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Cornu.)

M. **Tellier** adresse un « Mémoire sur la Thermodynamique, appliquée à la production du froid et de la force motrice ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.

M. J. **Nolan** adresse diverses Notes concernant les comètes, les météores et la force répulsive du Soleil.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. J. **Legrand** adresse une Note relative à une « gaffe de sauvetage » dont il est l'inventeur.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

Le Mémoire de M. **Eug. Marchand**, sur le dosage volumétrique de la potasse, qui avait été soumis à l'examen de feu M. Bussy, est renvoyé à l'examen de M. Peligot.

CORRESPONDANCE.

MM. Toussaint, Brault, C. Vincent adressent des remerciements à l'Académie, pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète b = III 1881, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. Bigourdan. (Communiquées par M. Mouchez).

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
Sept. 28.	*a*	9,5	− 4^h.51^m,70	0,083	− 2'.59",9	0,624
29.	*b*	9,5	− 0.54,80	0,048	+ 3.31,5	0,691
30.	*c*	9,5	+ 0. 8,97	0,086	+ 1.52,6	0,600
Oct. 1.	*d*	9	− 2.22,28	0,109	− 1.21,2	0,446
3.	*e*	9	+ 1. 4,49	$\bar{1}$,996	+ 2.58,7	0,745
4.	*f*	9	+ 3. 1,16	0,102	+ 0.34,7	0,108
5.	*g*	9	+ 1. 0,43	0,022	+ 1.18,9	0,028*n*
10.	*h*	10	+ 1.56,19	0,014	− 6.46,4	$\bar{1}$,896*n*
14.	*i*	9,5	− 3.23,83	0,059	− 0. 8,6	$\bar{1}$,790
15.	*j*	9,5	− 1. 5,91	0,011	+ 5.53,2	$\bar{1}$,782*n*
16.	*j*	9,5	+ 2.51,55	$\bar{1}$,923	− 1.50,8	0,228*n*
17.	*k*	»	− 0.17,99	$\bar{1}$,978	+ 0.16,0	0,006*n*
18.	*l*	9	− 3.13,64	$\bar{1}$,978	− 2.47,3	$\bar{1}$,981*n*
19.	*m*	8	− 2.43,43	$\bar{1}$,984	− 1.48,6	$\bar{1}$,903*n*
21.	*n*	9	− 2.31,84	0,053	− 7.50,6	0,194
22.	*o*	8	+ 3.14,08	0,013	+ 1.41,3	$\bar{3}$,915
25.	*p*	»	+ 2.10,91	0,027	− 3.56,9	$\bar{1}$,902
29.	*q*	8	− 4.51,50	0,032	− 4.21,2	0,341
30.	*r*	9,5	− 2.26,23	$\bar{1}$,927	+ 2.48,4	$\bar{1}$,904*n*
31.	*s*	9,5	− 1.27,28	$\bar{1}$,818	− 2.39,9	0,266*n*
Nov. 11.	*t*	8,5	+ 3.12,47	$\bar{1}$,933	− 2.37,3	$\bar{2}$,277*n*
12.	*u*	8,3	+ 1.16,07	$\bar{1}$,905	+ 4.53,6	$\bar{2}$,413*n*
14.	*v*	9	+ 0. 5,13	$\bar{1}$,947	+ 0.25,5	$\bar{1}$,754
17.	*x*	9,5	− 2. 7,77	$\bar{1}$,785	+ 2.24,7	0,129*n*
19.	*y*	6,5	− 1.52,93	$\bar{1}$,969	− 2.17,7	0,428
23.	*z*	8,5	− 1.30,40	$\bar{1}$,805	+ 2. 0,6	$\bar{1}$,709*n*
Déc. 18.	*a'*	9,5	+ 0.38,55	$\bar{1}$,848	− 0. 3,4	0,747
31.	*b'*	8	− 0.28,64	$\bar{1}$,885	− 4.40,5	0,457
23.	*c'*	12	+ 0. 7,40	$\bar{9}$,888	+ 3.14,1	0,450

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.	Autorité.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Sept. 28...	12. 2.20	16.58.29,56	72.54.43,1	15 : 20	Arg. OEltzen.
29...	12.34.30	17. 2.38,85	72.47.53,4	21 : 25	*Id.*
30...	11.51.40	17. 6.34,58	72.42. 8,3	20 : 24	*
Oct. 1...	11. 1.48	17.10.27,08	72.34.46,2	18 : 20	B. D.
3...	13. 4.57	17.19. 8,47	72.20.11,7	18 : 24	*Id.*
4...	9.55.36	17.22.42,34	72.14.27,4	18 : 24	*Id.*
5...	8.11.52	17.26.31,61	72. 7.31,1	21 : 28	Arg. OEltzen.
10...	8.18.12	17.44.21,02	71.19.55,7	18 : 24	*
14...	9.26.17	18. 3.52,49	70.59.10,2	18 : 18	*
15...	8.29.31	18. 7.49,19	70.52. 0,3	18 : 18	B. D.
16...	7.29.59	18.11.46,65	70.44.16,3	14 : 20	*Id.*
17...	8. 7.21	18.16. 4,36	70.35.53,4	20 : 21	*
18...	8.11.21	18.20. 9,48	70.27.42,2	18 : 24	B. D.
19...	8.17. 1	18.24.21,56	70.19.20,7	17 : 24	Lalande.
21...	10. 2.50	18.32.50,96	70. 1.35,3	18 : 28	Arg. OEltzen.
22...	8.51.20	18.36.43,99	69.53.22,2	21 : 28	*Id.*
25...	9.25.34	18.48.58,55	69.27.17,0	18 : 24	*
29...	10.25.37	19. 5.15,75	68.49.46,5	18 : 24	Arg. OEltzen.
30...	8. 1.25	19. 8.49,76	68.41.45,0	17 : 24	B. D.
31...	7. 5.15	19.12.37,25	68.33. 4,8	21 : 21	*Id.*
Nov. 11...	8.31.14	19.55.11,43	66.43.22,8	15 : 20	Arg. OEltzen.
12...	8.10.51	19.58.52,37	66.33.14,5	17 : 30	Fedorenko.
14...	8.56.47	20. 6.19,65	66.12.22.8	20 : 20	*
17...	7.10.53	20.17. 0,85	65.41.32,3	21 : 30	B. D.
19...	10.25.22	20.24.32,55	65.19.54,8	15 : 20	Arg. OEltzen.
23...	7.25.19	20.38. 5,47	64.39.21,1	24 : 32	*Ann. Bonn*, t. VI.
Déc. 18...	11.53. 2	21.57.20,94	60.28.23,3	18 : 13	Rumker.
21...	9.41.23	22. 5.34,93	60. 2.22,6	16 : 15	*Id.*
23...	9.55.51	22.11. 9,33	59.44.49,1	10 : 10	*

» Dans les observations du 21 et du 23 décembre, la comète était très faible; son éclat calculé n'était plus alors que la 1350e partie de celui qu'elle avait le 23 juin, quand elle commença d'être visible à Paris. En janvier 1882, pendant l'absence de la Lune, le ciel a été presque constamment couvert, et il n'a pas été possible de chercher à la revoir.

---

* Étoile anonyme : sa position résulte de la comparaison à une autre étoile dont la position est tirée de la B. D.

» 25 juin 1881, vers 10^h10^m, temps sidéral : dans l'axe de la queue, derrière le noyau, est une ligne mal définie, plus sombre que les parties voisines. Son angle de position par rapport au noyau est 343°,3.

» Le lendemain, j'ai encore noté l'existence de cette ligne.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1881,0.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Sep. 28...	*a*, 16855 Arg. OE.....	17. 3.24,12	— 2,86	+72.57.26,9	+ 16,1
29...	*b*, 16856 »	17. 3.36,50	— 2,85	72.44. 5,9	+ 16,0
30...	*c*, Anonyme..........	17. 6.28,47	— 2,86	72.39.59,5	+ 16,2
Oct. 1...	*d*, 773 BD + 70°. ...	17.12.52,17	— 2,81	72.35.50,1	+ 17,3
3...	*e*, 779 »	17.18. 6,76	— 2,78	72.16.55,7	+ 17,3
4...	*f*, 780 »	17.19.43,98	— 2,80	72.13.35,3	+ 17,4
5...	*g*, 17208 Arg. OE.....	17.25.33,92	— 2,74	72. 5.54,2	+ 18,0
10...	*h*, Anonyme..........	17.42.27,43	— 2,60	71.26.22,6	+ 19,5
14...	*i*, »	18. 7.18,62	— 2,30	70.58.56,5	+ 22,3
15...	*j*, 979 B. D + 70°...	18. 8.57,37	— 2,27	70.45.44,7	+ 22,4
16...	*j*, »	18. 8.57,37	— 2,27	70.45.44,7	+ 22,4
17...	*k*, Anonyme..........	18.16.24,52	— 2,17	70.35.13,9	+ 23,5
18...	*l*, 994 B. D. + 70°...	18.23.25,23	— 2,11	70.30. 5,5	+ 24,0
19...	*m*, 34526 Lalande.....	18.27. 7,07	— 2,08	70.20.45,0	+ 24,3
21...	*n*, 18511 Arg. OE.....	18.35.24,79	— 1,99	70. 9. 0,7	+ 25,2
22...	*o*, 18468 »	18.33.31,92	— 2,01	69.51.16,1	+ 24,8
25...	*p*, Anonyme..........	18.46.49,47	— 1,83	69.30.47,7	+ 26,2
29...	*q*, 19091 Arg. OE.....	19.10. 8,62	— 1,37	68.53.39,0	+ 28,7
30...	*r*, 1049 B. D. + 68°...	19.11.17,34	— 1,35	68.38.27,7	+ 28,9
31...	*s*, 1054 » ...	19.14. 5,90	— 1,37	68.35.15,7	+ 29,0
Nov. 11...	*t*, 19815 Arg. OE.....	19.51.59,72	— 0,76	66.45.27,7	+ 32,4
12...	*u*, 3345 Fedorenko....	19.57.36,94	— 0,64	66.27.47,9	+ 33,0
14...	*v*, Anonyme..........	20. 6.14,98	— 0,46	66.11.23,7	+ 33,6
17...	*x*, 1451 B. D. + 65°..	20.19. 8,84	— 0,22	65.38.32,7	+ 34,9
19...	*y*, 20661 Arg. OE.....	20.26.25,58	— 0,10	65.21.36,7	+ 35,8
23...	*z*, 1468 B. D. + 64°...	20.39.35,74	+ 0,13	64.36.44,2	+ 36,3
Déc. 18...	*a'*, 9786 Rumker.	21.56.40,91	+ 1,48	60.27.46,7	+ 40,0
21...	*b'*, 9940 »	22. 6. 1,94	+ 1,63	60. 6.22,8	+ 40,3
23...	*c'*, Anonyme....	22.11. 0,23	+ 1,70	+59.40.54,8	+ 40,2

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution des protubérances, des facules et des taches solaires, observées à Rome pendant le deuxième et le troisième trimestre de* 1881. Note de M. TACCHINI.

« La méthode déjà employée pendant les trimestres précédents nous a fourni les résultats suivants, pour la distribution des différents phénomènes sur la surface solaire :

Deuxième trimestre de 1881.

Latitudes héliographiques.	Nombre des protubérances.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des facules.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des taches.
90° + 70°.....	9	90° + 70°....	0	90° + 70°....	0
70 + 50.....	74	70 + 50....	1	70 + 50....	0
50 + 30.....	69	50 + 30....	38	50 + 30....	1
30 + 10.....	84	30 + 10...	126	30 + 10....	38
10... 0.....	31	10... 0....	24	10... 0....	4
0 — 10.....	21	0 — 10....	24	0 — 10....	9
10 — 30.....	63	10 — 30....	106	10 — 30....	49
30 — 50.....	62	30 — 50....	27	30 — 50....	1
50 — 70.....	80	50 — 70....	0	50 — 70....	0
70 — 90.....	3	70 — 90....	0	70 — 90....	0

Troisième trimestre 1881.

Latitudes héliographiques.	Nombre des protubérances.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des facules.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des taches.
90° + 70°.....	2	90° + 70°....	0	90° + 70°....	0
70 + 50.....	102	70 + 50....	3	70 + 50....	0
50 + 30.....	78	50 + 30....	29	50 + 30....	0
30 + 10.....	129	30 + 10....	152	30 + 10....	38
10... 0.....	33	10... 0....	58	10... 0....	15
0 — 10.....	28	0 — 10....	27	0 — 10....	2
10 — 30.....	139	10 — 30....	114	10 — 30....	35
30 — 50.....	145	30 — 50....	48	30 — 50....	1
50 — 70.....	110	50 — 70....	1	50 — 70....	0
70 — 90.....	5	70 — 90....	0	70 — 90....	0

» Les taches et les facules solaires présentent, comme dans le premier trimestre, deux maxima entre ± 10 et ± 30; mais les facules s'étendent à des latitudes plus élevées. Les protubérances ont été observées très près des

pôles, tandis que dans le premier trimestre elles manquaient entre ± 70° et ± 90°.

» Dans les différentes zones, la fréquence des protubérances est analogue à celle qui avait été trouvée pour le premier trimestre; le plus grand nombre des protubérances tombe en dehors des zones des maxima des taches solaires, et on a même des maxima de protubérances là où il n'y a pas de taches.

» Quant à la fréquence des différents phénomènes dans les deux hémisphères, on voit qu'elle est assez irrégulière pour les facules et les taches; au contraire, pour les protubérances, on trouve que les oscillations du nord au sud présentent une certaine régularité, comme l'indiquent les nombres suivants :

1881.	Protubérances au nord.	Protubérances au sud.
Janvier	22	22
Février	33	47
Mars	44	45
Avril	65	43
Mai	115	100
Juin	90	87
Juillet	136	160
Août	115	172
Septembre	93	95

» Je ne crois pas qu'il soit encore permis de tirer des conclusions de ces variations, mais je ferai remarquer seulement que les oscillations sont, pour les trois trimestres, d'accord avec l'inclinaison de la projection de l'axe polaire du Soleil sur le méridien qui passe par le centre du disque; de manière que, lorsque l'inclinaison tend à augmenter, la prépondérance des protubérances tombe au sud; lorsque cette même déclinaison diminue, c'est le contraire qui a lieu. En d'autres termes, la prépondérance des protubérances se manifeste, en hiver et en été, au sud; au printemps et en automne, au nord. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques solaires, faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le deuxième et le troisième trimestre de* 1881. Note de M. TACCHINI.

« Le nombre des jours d'observation a été de 107, savoir : 9 dans le mois d'avril, 17 en mai, 15 en juin, 27 en juillet, 25 en août et 14 en

septembre. Voici le résultat moyen que j'ai obtenu pour chaque mois :

	1881.					
	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
Nombre moyen des protubérances par jour........	11,8	12,2	10,8	10,8	12,4	14,3
Hauteur moyenne des protubérances............	49",2	47",0	50",1	46",2	47",2	52",2
Extension moyenne des protubérances............	2°,32	2°,70	3°,00	2°,60	2°,50	3°,20

» Il s'est donc produit une augmentation presque progressive dans le nombre moyen des protubérances par jour, tandis que la hauteur et l'extension sont peu différentes de celles du trimestre précédent : l'activité solaire continue donc à augmenter, mais non pas très rapidement.

» Je crois devoir faire remarquer ici le minimum secondaire, qui s'est produit dans le mois de juillet, tandis que le nombre des taches solaires présente un maximum dans le même mois. Dans les *Memorie degli Spettroscopisti*, je me suis contenté de dire qu'un tel fait me semble de quelque importance, au point de vue des différentes théories émises sur la formation des taches solaires. En effet, si l'on admettait, par exemple, que les taches ne fussent autre chose que le produit des cyclones solaires, capable de transporter les matériaux plus élevés dans les couches plus profondes, pour les rejeter ensuite en forme de protubérances, il est bien clair qu'une augmentation rapide du nombre des taches entraînerait un accroissement du nombre des protubérances, ce qui serait en opposition avec nos observations du troisième trimestre 1881.

» Cette déclaration, sur les simples faits observés, a donné lieu à une Note de l'illustre Académicien M. Faye, insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 30 janvier dernier. M. Faye, frappé sans doute de l'importance de notre remarque, pense que les faits ne sont pas tels que nous les avons exposés ; il déclare que la contradiction est due aux statistiques, qui permettent même d'arriver à la fois à des résultats opposés, comme dans le cas qu'il cite pour MM. Wolf et Spœrer.

» L'illustre Académicien me permettra néanmoins, pour appuyer ma proposition, de réduire la question à la plus simple expression, c'est-à-dire aux nombres des groupes des taches solaires. Je suis persuadé que M. Faye m'accordera assez d'habitude des observations de ce genre, pour voir avec sûreté s'il y a ou non des groupes de taches sur le disque solaire,

et, dans le cas où il y en a, en savoir compter le nombre. Voici le nombre total, et le nombre moyen des groupes de taches, par jour, pendant les deux trimestres :

1881.	Nombre des jours d'observation.	Nombre total des groupes.	Nombre moyen des groupes par jour.
Avril	20	38	1,90
Mai	26	35	1,35
Juin	26	29	1,12
Juillet	30	51	1,70
Août	30	18	0,60
Septembre...........	20	22	1,10

» Le minimum du mois d'août est donc un fait bien établi ; d'autre part, les observations spectroscopiques faites en juillet et août ont une continuité presque complète, car il manque un seul jour d'observation pour chaque mois : notre remarque conserve donc, même après la Note de M. Faye, la même valeur, la même exactitude. Quant aux pores, s'il est vrai, comme l'assure l'illustre Académicien, que nous ne pouvons pas en faire un dénombrement bien exact, cela veut dire que les pores, dont parle M. Faye, restent invisibles dans les lunettes dont on se sert en Italie et à l'étranger pour observer les groupes des taches solaires : dès lors, pour ce qui regarde les statistiques, ils restent en dehors de la question.

» Je regrette maintenant de ne pouvoir pas être d'accord avec M. Faye sur ce point, mais je déclare qu'il me paraît avoir complètement raison sur la question des cyclones terrestres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la distribution, dans le plan, des racines d'une équation algébrique dont le premier membre satisfait à une équation différentielle linéaire du second ordre.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 3. En conservant les désignations dont j'ai fait usage dans ma Note précédente, considérons un cercle passant par les points O et A et coupant en N la parabole P. La droite menée par N perpendiculairement au diamètre du cercle jouit évidemment de la propriété que toutes les racines de l'équation (1) sont situées d'un même côté de cette droite. Lorsqu'on fait varier le rayon du cercle, cette droite enveloppe une courbe P' passant par le point A et contenant toutes les racines; de cette courbe P', on déduira de la même manière une infinité d'autres courbes P'', P''', ... jouis-

sant de la même propriété et qui auront pour limite une courbe π caractérisée par les conditions suivantes :

» 1° Elle passe par le point A ;

» 2° Si N désigne un de ses points et si l'on construit le cercle déterminé par les points O, A et N, la tangente à la courbe au point N est perpendiculaire au diamètre de ce cercle qui passe par le point O.

» D'où l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2ny}{x^2 + y^2 + 2nx},$$

dont l'intégrale est, en coordonnées polaires, $\rho = \frac{k - 2n\omega}{\sin\omega}$.

» La constante arbitraire k se détermine par la condition que la courbe passe par le point A, et l'on voit que l'on doit faire $k = 0$.

» D'où la conclusion suivante :

» Les racines de l'équation $f(x) = 0$ sont toutes situées en dehors du cercle tracé autour de l'origine avec un rayon égal à $(n+1)$, et toutes situées dans l'intérieur de la branche de courbe transcendante que l'on obtient en faisant varier ω depuis $-\pi$ jusqu'à $+\pi$ dans l'équation

$$\rho = \frac{-2n\omega}{\sin\omega}.$$

» 4. La méthode précédente s'applique à l'équation dont le premier membre est le polynôme hypergéométrique $F(-n, \alpha, \beta - n + 1, x)$, qui satisfait à l'équation linéaire du second ordre

$$x(1-x)\frac{d^2y}{dx^2} + [(n - 1 - \alpha)x + \beta - n + 1]\frac{dy}{dx} + n\alpha y = 0.$$

» Je considérerai seulement les racines pour lesquelles le coefficient de i est nul ou positif, en sorte que, $\omega = \xi + \eta i$ désignant une quelconque de ces racines, on ait $\eta \geqq 0$. Cela posé, en faisant, pour abréger, $\mu = n - 1$, on obtient sans peine le tableau suivant, où, en regard des conditions auxquelles satisfont les nombres α et β, j'ai placé les limitations correspondantes relatives à ξ et η.

$\beta - \alpha < 0$, $\mu - \beta < 0$	$\eta = 0$, toutes les racines sont réelles
$\alpha + \mu < 0$, $\mu - \beta < 0$	*idem*
$\alpha + \mu < 0$, $\beta - \alpha < 0$	*idem*
$\beta < 0$, $\beta^2 < \alpha^2$	$\text{mod}^2\omega > \frac{\beta^2}{\alpha^2}$

$\beta < 0,\ \beta^2 > \alpha^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{mod}\omega > 1$

$\beta < 0,\ \beta^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots\ldots \quad \operatorname{mod}^2 \dfrac{\omega}{\omega - 1} > \dfrac{\beta^2}{(\beta - \alpha - \mu)^2}$

$\beta < 0,\ \beta^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots\ldots \quad \operatorname{mod} \dfrac{\omega}{\omega - 1} > 1$

$\alpha > 0,\ \beta^2 < \alpha^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{mod}\omega < 1$

$\alpha > 0,\ \beta^2 < \alpha^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \operatorname{mod}^2\omega < \dfrac{\beta^2}{\alpha^2}$

$\alpha > 0,\ \alpha^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots\ldots \quad \operatorname{mod}^2(\omega - 1) < \dfrac{(\beta - \alpha - \mu)^2}{\alpha^2}$

$\alpha > 0,\ \alpha^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots\ldots \quad \operatorname{mod}(\omega - 1) < 1$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \beta^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots \quad \operatorname{mod}\left(\dfrac{\omega}{\omega - 1}\right) < 1$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \beta^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots \quad \operatorname{mod}^2\left(\dfrac{\omega}{\omega - 1}\right) < \dfrac{\beta^2}{(\beta - \alpha - \mu)^2}$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \alpha^2 < (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots \quad \operatorname{mod}(\omega - 1) > 1$

$\beta - \alpha - \mu > 0,\ \alpha^2 > (\beta - \alpha - \mu)^2 \ldots \quad \operatorname{mod}^2(\omega - 1) > \dfrac{(\beta - \alpha - \mu)^2}{\alpha^2}$

$\alpha - \mu > 0,\ (\mu - \beta)(\alpha - \beta) > 0 \ldots\ldots \quad \eta < \dfrac{\sqrt{(\mu - \beta)(\alpha - \beta)}}{\alpha - \mu}$

$\beta - \alpha - 2\mu > 0,\ (\beta - \mu)(\alpha + \mu) > 0. \quad \dfrac{\eta}{(\xi - 1)^2 + \eta^2} < \dfrac{\sqrt{(\alpha + \mu)(\beta - \mu)}}{\beta - \alpha - 2\mu}$

$\mu + \beta < 0,\ (\alpha + \mu)(\alpha - \beta) > 0 \ldots\ldots \quad \dfrac{\eta}{\xi^2 + \eta^2} < -\dfrac{\sqrt{(\alpha + \mu)(\alpha - \beta)}}{\beta + \mu}$

» 5. Tels sont les premiers résultats auxquels conduit la méthode exposée ci-dessus relativement aux polynômes hypergéométriques.

» Pour obtenir des limitations plus précises, il serait nécessaire de construire et de discuter des courbes du troisième et du quatrième ordre.

» Je ferai observer à ce sujet que la méthode proposée est, à proprement parler, une méthode d'*exhaustion*, qui permet de limiter de plus en plus la portion du plan occupée par les racines. Dans le cas général, la difficulté des constructions et la complication des calculs bornent bientôt les résultats que l'on peut obtenir; mais, par une équation particulière, on peut, sans trop de difficultés, pousser assez loin la limitation cherchée et, au besoin, faire usage de constructions graphiques et d'une épure. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions uniformes d'une variable;* par M. **Mittag-Leffler**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite).

Soit $F(x)$ une fonction telle que j'ai considérée dans ma dernière Lettre. Vous aurez toujours

$$F(x) = \sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x) + G(x),$$

où

$$F_\nu(x) = G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right) - \sum_{\mu=0}^{m_\nu - 1} A_\mu^{(\nu)} \left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu,$$

$$G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right) = c_{-1}^{(\nu)}(x - a_\nu)^{-1} + c_{-2}^{(\nu)}(x - a)^{-2} + c_{-3}^{(\nu)}(x - a)^{-3} + \ldots,$$

$$G_\nu\left(\frac{1}{x - a_\nu}\right) = \sum_{\mu=0}^{\infty} A_\mu^{(\nu)} \left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu, \quad \text{pour} \quad \left(\frac{x}{a_\nu}\right) < 1,$$

et $G(x)$ est une fonction entière, algébrique ou transcendante.

Quand la fonction $F(x)$ est une fonction connue et qu'on veut l'exprimer par une série telle que la précédente, il s'agit de trouver des nombres m_1, $m_2, m_3, \ldots$, tels que la série $\sum_{\nu=1}^{\infty} F_\nu(x)$ sera uniformément convergente, ainsi que de déterminer la fonction $G(x)$. Je déduirai une formule qui donne le moyen de résoudre ce problème dans un cas très général.

Soit S un contour simplement connexe qui embrasse le point $z = 0$, ainsi que les seuls points singuliers $z = a_1, a_2, a_3, \ldots, a_\mu$, et soit x une valeur quelconque qui n'est pas zéro. Vous aurez alors, en désignant par $\frac{1}{2\pi i}\int^{(a)} f(z)dz$ le résidu de la fonction $f(z)$ au point $z = a$ et par m un nombre entier positif,

$$\int^{S} \frac{F(z)}{z - x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz = \int^{(x)} \frac{F(z)}{z - x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz$$
$$+ \int^{(a)} \frac{F(z)}{z - x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz + \sum_{\nu=1}^{n} \int^{(a_\nu)} \frac{F(z)}{z - x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz.$$

Si $z = 0$ appartient aux points $a_1, a_2, \ldots, a_\mu$, il ne sera pas compris sous le signe de sommation. Je suppose d'abord que la quantité x n'aura pas une

des valeurs $a_1, a_2, \ldots, a_\mu$. Vous obtenez alors

$$F(x) = -\frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz$$
$$-\sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz + \frac{1}{2\pi i}\int^{S} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz.$$

Le résidu $-\frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz$ peut être calculé de la manière suivante. Si $z = 0$ n'est pas un point singulier, vous aurez, pour des valeurs suffisamment petites de mod. z,

$$-\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m = \frac{1}{x}\left[\left(\frac{x}{z}\right)^m + \left(\frac{x}{z}\right)^{m-1} + \cdots + \frac{x}{z} + 1 + \frac{z}{x} + \left(\frac{z}{x}\right)^2 + \cdots\right]$$
$$\times\left[F(0) + F'(0)\cdot\frac{z}{\underline{|1}} + \cdots + F^{(m-1)}_{(0)}\cdot\frac{z^{m-1}}{\underline{|m-1}} + \cdots\right],$$

et par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz = G_1(x),$$

où

$$G_1(x) = F(0) + F'(0)\cdot\frac{x}{\underline{|1}} + F''(0)\cdot\frac{x^2}{\underline{|2}} + \ldots + F^{(m-1)}_{(0)}\cdot\frac{x^{m-1}}{\underline{|m-1}}.$$

Si, au contraire, $z = 0$ est un point singulier a_ν, vous aurez, pour des valeurs suffisamment petites de mod. z,

$$F(z) = G_\nu\left(\frac{1}{z}\right) + c^{0}_{(\nu)} + c^{(\nu)}_1 . z + c^{(\nu)}_2 . z^2 + \ldots .$$
$$-\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m = \frac{1}{x}\left[\left(\frac{x}{z}\right)^m + \left(\frac{x}{z}\right)^{m-1} + \ldots + \frac{x}{z} + 1 + \frac{z}{x} + \left(\frac{z}{x}\right)^2 + \ldots\right]$$
$$\times\left[G_\nu\left(\frac{1}{z}\right) + c^{(\nu)}_0 + c^{(\nu)}_1 . z + \ldots + c^{(\nu)}_{m-1} . z^{m-1} + \ldots\right],$$

et par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(0)} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m . dz = G_\nu\left(\frac{1}{z}\right) + G_2(x),$$

en mettant $G_2(x) = c^{(\nu)}_0 + c^{(\nu)}_1 . x + \ldots + c^{(\nu)}_{m-1} . x^{m-1}$.

» Pour calculer le résidu $-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m.dz$, j'observe qu'on a

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m.dz = -\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}dz$$
$$+\sum_{\mu=0}^{m-1}\frac{1}{2\pi i}\frac{1}{a_\nu}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu\int^{(a_\nu)}\left(\frac{z}{a_\nu}\right)^{-(\mu+1)}.F(z).dz.$$

» Pour des valeurs suffisamment petites de mod. $(z-a_\nu)$, vous aurez

$$\frac{F(z)}{z-x} = -\frac{1}{x-a_\nu}\left[1+\frac{z-a_\nu}{x-a_\nu}+\left(\frac{z-a_\nu}{x-a_\nu}\right)^2+\cdots\right]\left[G_\nu\left(\frac{1}{z-a_\nu}\right)+\mathfrak{P}_\nu(z-a_\nu)\right],$$

et vous obtenez par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}.dz = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right).$$

» Vous avez de même, pour des valeurs suffisamment petites de mod. $(z-a_\nu)$,

$$-\frac{1}{a_\nu}\left(\frac{z}{a_\nu}\right)^{-(\mu+1)}.F(z) = -\frac{1}{a_\nu}\left[1-\frac{\mu+1}{\lfloor 1}\frac{z-a_\nu}{a_\nu}+\frac{(\mu+1)(\mu+2)}{\lfloor 2}\left(\frac{z-a_\nu}{a_\nu}\right)^2 - \frac{(\mu+1)(\mu+2)(\mu+3)}{\lfloor 3}\left(\frac{z-a_\nu}{a_\nu}\right)^3+\cdots\right]$$
$$\times\left[G_\nu\left(\frac{1}{z-a_\nu}\right)+\mathfrak{P}(z-a_\nu)\right],$$

et par conséquent

$$-\frac{1}{2\pi i}\frac{1}{a_\nu}\int^{(a_\nu)}\left(\frac{z}{a_\nu}\right)^{-(\mu+1)}.F(z).dz = -\frac{c_{-1}^{(\nu)}}{a_\nu}$$
$$+\frac{(\mu+1)}{\lfloor 1}\frac{c_{-2}^{(\nu)}}{a_\nu} - \frac{(\mu+1)(\mu+2)}{\lfloor 2}\frac{c_{-3}^{(\nu)}}{a_\nu^3} + \frac{(\mu+1)(\mu+2)(\mu+3)}{\lfloor 3}\frac{c_{-4}^{(\nu)}}{a_\nu^4} - \cdots.$$

Comme vous le voyez immédiatement, cette expression n'est que le coefficient $A_\mu^{(\nu)}$ dans le développement $G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)=\sum_{\nu=0}^{\infty}A_\mu^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu$. Vous aurez donc

$$-\frac{1}{2\pi i}\int^{(a_\nu)}\frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m.dz = G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)-\sum_{\mu=0}^{m-1}A_\mu^{(\nu)}\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu,$$

et l'on peut mettre

$$G_\nu\left(\frac{1}{x-a_\nu}\right)-\sum_{\mu=0}^{m-1}A_\mu^{(\nu)}\cdot\left(\frac{x}{a_\nu}\right)^\mu = F_\nu(x),$$

en supposant que $m_\nu = m$.

» Vous obtenez donc la formule finale

$$F(x) = G(x) + \sum_{\nu=1}^{n} F_\nu(x) + \frac{1}{2\pi i}\int^{S} \frac{F(z)}{z-x}\left(\frac{x}{z}\right)^m \cdot dz.$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation*

$$A\frac{d^n\varphi}{dt^n} + \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \cdots\right)^n \varphi = 0.$$

Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un article du 2 janvier 1882 (*Comptes rendus*, p. 33), j'ai démontré que la dérivée seconde en x de l'intégrale définie

$$\varphi = \int_0^\infty f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi\left(\frac{x^2}{2\alpha^p}\right) d\alpha,$$

où $p = 2$, s'obtient en remplaçant sous le signe $\int$ les deux fonctions arbitraires f, ψ par leurs dérivées f', ψ'. Supposons ici qu'on laissé provisoirement p quelconque, mais qu'on remplace : 1° x^2 par la somme

$$r^2 = x^2 + y^2 + \ldots,$$

c'est-à-dire par le carré de la distance r d'une origine de coordonnées rectangles x, y, ..., dans un espace à m dimensions, au point quelconque $(x, y, \ldots)$ de cet espace ; 2° la dérivée $\frac{d^2\varphi}{dx^2}$, à obtenir, par la somme analogue $\Delta_2\varphi = \left(\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \cdots\right)\varphi$; et proposons-nous de déterminer p de manière que $\Delta_2\varphi$ se déduise encore de φ par les simples substitutions de f', ψ' à f, ψ. Si nous faisons, pour abréger,

$$(1)\qquad \gamma = \frac{r^2}{2\alpha^p},\quad \text{d'où}\quad \frac{d\gamma}{dx} = \frac{x}{\alpha^p},\quad \ldots,\quad \frac{d\gamma^2}{dx^2} + \frac{d\gamma^2}{dy^2} + \cdots = -\frac{2\alpha^{1-p}}{p}\frac{d\gamma}{d\alpha},$$

il viendra aisément

$$(2)\qquad \Delta_2\varphi = m\int_0^\infty f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi'(\gamma)\frac{d\alpha}{\alpha^p} - \frac{2}{p}\int_{\alpha=0}^{\alpha=\infty} \alpha^{1-p} f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right) d\psi'(\gamma),$$

ou bien, en intégrant par parties et en supposant nul le terme aux limites,

$$(3)\qquad \Delta_2\varphi = \left(m - 2 + \frac{2}{p}\right)\int_0^\infty f\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi'(\gamma)\frac{d\alpha}{\alpha^p} + \int_0^\infty f'\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi'(\gamma)\, d\alpha.$$

» Il suffit donc d'annuler $m-2+\frac{2}{p}$, ou de prendre $p=\frac{2}{2-m}$ (et nous admettrons désormais qu'on l'ait fait), pour que $\Delta_2\varphi$ ait la forme désirée. Il est vrai que α^p devient illusoire dans le cas $m=2$, $p=\infty$; mais alors α^p reçoit toutes ses valeurs finies quand α varie dans le voisinage de l'unité, et l'on peut poser $\alpha=1+\frac{\beta}{p}$, où β sera fini, ce qui permet de remplacer, d'une part, α^p par e^β, d'autre part, $d\alpha$ par $d\beta$, abstraction faite d'un coefficient constant. Il vient donc $\varphi=\int_{-\infty}^{\infty} f\left(\frac{1}{2}e^\beta\right)\psi\left(\frac{\iota^2}{2}e^{-\beta}\right)d\beta$, et l'on vérifie directement que $\Delta_2\varphi$ s'y forme bien pour la substitution à f et ψ de f' et ψ'.

» Cela étant, il résulte de la Note citée du 2 janvier que, si l'on prend pour ψ une des n solutions distinctes de l'équation différentielle

$$(\mp 1)^n\psi^{(n)}+A\psi=0,$$

les fonctions, du type précédent,

$$(4)\quad \varphi=\int_0^{\infty} f\left(t\mp\frac{\alpha^p}{2}\right)\psi\left(\frac{\iota^2}{2\alpha^p}\right)d\alpha,\quad \varphi=\int_0^{\infty} f\left(t\mp\frac{\iota^2}{2\alpha^p}\right)\psi\left(\frac{\alpha^p}{2}\right)d\alpha$$

(où, dans le cas $p=\infty$, α^p sera remplacé par e^β, $d\alpha$ par $d\beta$ et les limites par $\pm\infty$), vérifieront l'équation aux dérivées partielles $A\frac{d^n\varphi}{dt^n}+(\Delta_2)^n\varphi=0$, pourvu que ces expressions (4) et leurs dérivées à considérer soient finies et bien déterminées. Quand, vu les limites singulières 0 et ∞, elles ne le seront pas, on pourra toujours les rendre telles, aux dépens, il est vrai, de leur généralité, en y supposant la fonction f nulle dans d'assez grands intervalles pour qu'on n'ait pas besoin d'atteindre ces limites $\alpha=0$, $\alpha=\infty$. Par exemple, si l'on adopte dans (4) les signes supérieurs, on se bornera à considérer les valeurs positives de t, et on n'attribuera à la fonction $f(t_1)$ des valeurs différentes de zéro que pour t_1 compris entre zéro et une certaine quantité négative. Admettons, en particulier, que cette dernière soit infiniment voisine de zéro. Alors, en choisissant pour variable d'intégration, au lieu de α, la variable même t_1 dont f dépend sous le signe $\int$, et en appelant ε un coefficient arbitraire infiniment petit, il viendra, vu la valeur de p,

$$(5)\qquad \varphi=\frac{\varepsilon}{(\sqrt{t})^m}\psi\left(\frac{\iota^2}{4t}\right),\quad \varphi=\frac{\varepsilon}{t}\left(\frac{\iota^2}{4t}\right)^{1-\frac{m}{2}}\psi\left(\frac{\iota^2}{4t}\right),$$

solutions particulières qui se réduisent à une seule dans le cas de $m=2$.

» Quand l'expression $\int_0^{\infty}\psi(u^2)u^{m-1}\,du$ est finie et déterminée, la pre-

mière solution (5) jouit d'une propriété importante, qui permet d'en faire l'élément de l'intégrale générale pour le cas où t joue le rôle de variable principale. Appelons $d\varpi = dx\, dy \ldots$ l'élément de l'espace dont les coordonnées sont $x, y, \ldots$, et évaluons la somme $\int \varphi\, d\varpi$ pour l'espace compris de $\iota = 0$ à $\iota = \iota$, qu'on pourra découper, à partir de l'origine, en régions concentriques équidistantes d'épaisseur $d\iota$, proportionnelles à $\iota^{m-1}\, d\iota$. Si nous appelons ρ le rapport de ι à $2\sqrt{t}$, cette somme sera, d'après la première (5), en raison directe de $\varepsilon \int_0^\rho \psi(u^2)\, u^{m-1}\, du$, et elle tendra, pour ι ou ρ infinis, vers une certaine limite $k\varepsilon$. D'ailleurs, pour chaque valeur de ρ ou de $\int \varphi\, d\varpi$, ι sera proportionnel à $\sqrt{t}$ et nul si $t = 0$. Donc la première (5) convient aux cas où la somme $\int \varphi\, d\varpi$, étendue à tout l'espace, est constante, et où φ peut être censé s'annuler initialement, excepté à l'intérieur de l'élément particulier d'étendue, que j'appellerai $d\varpi_1$, à partir duquel se comptent les distances ι. Prenons successivement, pour cet élément $d\varpi_1$, tous ceux d'une région finie quelconque ϖ_1, dont $x_1, y_1, \ldots$ désigneront les coordonnées, et, $F(x_1, y_1, \ldots)$ étant une fonction arbitraire, choisissons les ε de manière que $k\varepsilon = F(x_1, y_1, \ldots)\, d\varpi_1$. L'intégrale plus générale, somme de toutes les solutions particulières ainsi formées, sera évidemment telle, que l'expression $\int \varphi\, d\varpi$, évaluée pour un petit espace ϖ quelconque, deviendra $\int F\, d\varpi = \varpi F$ à la limite $t = 0$, de sorte que $F(x, y, \ldots)$ y désignera les valeurs *initiales* de φ. Et comme à chacune des n formes de ψ il pourra correspondre une intégrale pareille, leur superposition constituera la solution générale, avec les n fonctions arbitraires $F(x, y, \ldots)$ qu'elle comporte. C'est ce qui a lieu, soit quand il s'agit du mouvement de la chaleur dans un milieu athermane indéfini, cas où $n = 1$ et $\psi(\gamma) = e^{-\gamma}$, soit quand il s'agit du mouvement transversal d'une barre indéfinie, cas où $n = 2$, $m = 1$ et où les deux formes de $\psi(\gamma)$ sont $\cos\gamma$ et $\sin\gamma$.

» Quant à la deuxième (5), ce n'est pas $\int \varphi\, d\varpi$, mais $\int_0^\infty \varphi\, dt$, qu'elle rend constante, pourvu toutefois que $\int_0^\infty \psi(u^2)\, u^{1-m}\, du$ soit finie et déterminée; et c'est pour $\iota = 0$, non pour $t = 0$, qu'elle peut être censée alors annuler φ, excepté à l'instant $t = 0$. Mais cette solution ne paraît pouvoir conduire, par voie de superposition, à aucune autre, intéressante, que celle, (4), dont on l'a déduite. Celle-ci, (4), qui, vu son double signe $\mp$, comporte $2n$ formes différentes, est appropriée à certains des cas où ι a le rôle de variable principale. Il en est de même, pour d'autres de ces cas, de la première (4), qui rend l'expression $\iota^{m-1} \frac{d\varphi}{d\iota}$ égale au produit de $\int_0^\infty f\left(t \mp \frac{\iota^2}{2} \xi^{-\frac{2}{m}}\right) \psi'\left(\frac{1}{2} \xi^{\frac{2}{m}}\right) d\xi$

par 1 ou par $\sqrt{\left(\frac{2}{m}-1\right)^2}$ (suivant que $m=2$ ou diffère de 2) et, par suite, simplement proportionnelle à $f(t)$ quand $\tau=0$. A cause de cette circonstance, la première (4) donne immédiatement la solution de certains problèmes, par exemple, de celui où l'on demande les températures variables produites, dans un milieu à m dimensions, autour d'un point chauffé d'où émane à chaque instant un flux total de chaleur donné en fonction du temps.

» En résumé, les intégrales de la forme (4), grâce à la propriété qu'elles ont de transmettre cette forme simple à leurs Δ_2, expriment les solutions naturelles d'une foule de questions concernant l'état variable de corps à dimensions indéfinies, sans qu'on ait à passer par la formule de Fourier qui, outre qu'elle serait inapplicable à plusieurs, exige toujours des réductions plus ou moins difficiles d'intégrales multiples pour conduire à ces solutions naturelles. »

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Sur la solution pratique du problème du transport de la force à de grandes distances.* Note de M. **Maurice Levy.**

« Je me propose, dans cette Communication, d'examiner la question suivante : Est-il possible de transmettre à n'importe quelle distance une quantité quelconque d'énergie, en obtenant un rendement donné d'avance aussi voisin de l'unité qu'on voudra, et cela en s'imposant la double condition : 1° de ne pas dépasser une force électromotrice donnée, condition sans laquelle il n'y a pas d'isolement; 2° de n'utiliser que les machines fabriquées couramment dans l'industrie (par exemple, les machines Gramme ou Siemens, même les plus petits types)?

» Les considérations développées dans ma Communication du 7 novembre 1881 prouvent que le problème est insoluble avec un circuit unifilaire; mais je dis qu'il peut être résolu moyennant les dispositions suivantes : employons n machines génératrices du type donné, que nous réunirons en quantité, c'est-à-dire que nous placerons sur n dérivations aboutissant toutes en deux points pris arbitrairement sur le circuit principal.

» Soit E la force électromotrice maxima que chacune de ces machines peut produire, moyennant une vitesse non exagérée des anneaux, et l'isolement des fils enroulés sur la machine étant bien assuré; soit ρ la résistance qu'il faut donner à ces fils pour réaliser la force électromotrice E qu'on ne veut pas dépasser.

» Employons, de même, n' machines réceptrices du type arbitraire

qu'on a à sa disposition, et plaçons-les sur n' dérivations aboutissant toutes en deux points quelconques du circuit principal. Soient ρ' la résistance de l'une de ces machines; E' la force électromotrice inconnue qui s'y développera.

» Soient enfin $\mathcal{T}_u$ le travail utile qu'on veut transmettre par seconde, R la résistance du circuit principal, et I l'intensité du courant qui traversera ce circuit.

» Le courant qui traversera l'une des machines génératrices aura une intensité $\frac{I}{n}$; le travail à dépenser par seconde, pour le fonctionnement de cette machine, sera $E\frac{I}{n}$, et le travail $\mathcal{T}_m$ à dépenser pour le fonctionnement des n machines génératrices sera

$$(1) \qquad \mathcal{T}_m = n \times E\frac{I}{n} = EI.$$

» On verra de même que le travail utile fourni par les n' machines réceptrices sera

$$(2) \qquad \mathcal{T}_u = n' \times E'\frac{I}{n'} = E'I.$$

» D'ailleurs, la loi de Ohm appliquée au circuit unifilaire formé par l'une des machines génératrices, l'une des machines réceptrices et le circuit principal donnera la relation

$$(3) \qquad E - E' = \rho\frac{I}{n} + \rho'\frac{I}{n'} + RI = S'I,$$

en posant, pour abréger,

$$(4) \qquad S' = \frac{\rho}{n} + \frac{\rho'}{n'} + R.$$

» Des équations (1), (2), (3) on tire pour le rendement

$$\frac{\mathcal{T}_u}{\mathcal{T}_m} = 1 - \frac{S'\mathcal{T}_m}{E^2},$$

d'où résulte qu'on aura, quelle que soit la distance du transport, quelle que soit la quantité d'énergie $\mathcal{T}_u$ à transmettre, et quelque faible que soit la force électromotrice E qu'on ne veut pas dépasser, un rendement aussi grand que l'on voudra, pourvu qu'on puisse rendre S' très petit. Or, des trois termes qui composent l'expression (4) de S', le dernier R, c'est-à-dire

la résistance du circuit extérieur, peut être rendu très petit, même pour de grandes distances, en prenant du fil très gros. C'est une question de dépense d'installation. Mais il est naturel, si l'on veut, par exemple, transmettre 50 chevaux à 100^{km}, en exigeant un rendement, je suppose, de 80 pour 100, qu'un tel résultat se paye par une première mise de fonds. La question à résoudre est celle de savoir si, en consentant à faire cette mise de fonds, on peut ou non obtenir le résultat désiré; ainsi le terme R peut être rendu très petit; il en est de même des deux autres termes, quoique les machines et, par suite, leurs résistances ρ et ρ' soient données; il suffit d'employer un assez grand nombre de machines.

» Il résulte de là qu'on peut réaliser dans des conditions aussi avantageuses qu'on le veut, au point de vue du rendement, les transmissions les plus importantes, comme les plus petites, à l'aide d'un ou de deux types de machines, toujours les mêmes, par conséquent faciles à se procurer, faciles à remplacer. Si l'une d'elles est hors de service, les autres pourront y suppléer, si on élève temporairement la force électromotrice à laquelle on les fait travailler. Si l'on dispose d'un excès de force permettant de faire un sacrifice sur le rendement, on aura besoin d'un nombre relativement moindre de machines, et l'on pourra adopter du fil plus fin pour le circuit extérieur; c'est l'inverse si l'on se trouve dans la nécessité de ménager la force.

» Cette solution est donc extrêmement élastique; elle se prête à toutes les exigences de la pratique, et est ainsi supérieure à toute solution qui serait fondée sur l'emploi de machines de dimensions exagérées.

» Je l'ai exposée de vive voix, le 14 février, à la Société d'encouragement de l'industrie nationale.

» Mais il est essentiel de faire observer qu'on a négligé ici l'influence des extra-courants, influence étudiée d'abord par MM. Jamin et Roger et, depuis, dans un remarquable travail de M. Joubert. Ces courants, même si l'on adopte du gros fil pour le circuit extérieur, peuvent augmenter la résistance R dans une proportion considérable.

» Je me réserve de revenir sur ce point important. Mais il n'en restera pas moins vrai que le dispositif indiqué ci-dessus paraît devoir constituer la meilleure solution pratique du problème du transport de la force à grande distance. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement relatif de la Terre et de l'éther.* Note de M. A. MICHELSON, présentée par M. Cornu.

« La théorie des ondulations exige l'existence d'un milieu qu'on appelle l'*éther*, dont les vibrations sont la cause de tous les phénomènes d'optique, et qui remplit tout l'espace. Selon la théorie de Fresnel et d'après les belles expériences de M. Fizeau, l'éther, dans l'intérieur des milieux pondérables, est entraîné avec une vitesse qui varie avec la nature du corps. En particulier, pour l'atmosphère, ce mouvement est très petit; dans la discussion qui suit, il sera considéré comme négligeable.

» Supposons donc que l'éther soit stationnaire: le mouvement de la Terre aura pour effet d'augmenter ou de diminuer le temps que met la lumière à parcourir la distance entre deux points sur sa surface. Supposons que la direction de la ligne qui joint ces deux points soit parallèle à la direction du mouvement de la Terre.

» Soient V la vitesse de la lumière; v la vitesse de la Terre relative à l'éther; T, T_1 et T_0 les temps nécessaires pour franchir la distance dans le sens positif, dans le sens négatif, et dans le cas où la Terre serait stationnaire.

» On a très approximativement

$$T - T_1 = 2T_0 \frac{v}{V}, \qquad (1)$$

d'où l'on peut tirer la valeur de v. Clerk Maxwell a indiqué que, en mesurant la vitesse de la lumière par l'observation des éclipses des satellites de Jupiter dans des positions différentes de cette planète, on peut trouver $T - T_1$. Seulement, il faut un degré d'exactitude bien supérieur à celui qu'on a atteint jusqu'ici dans ces observations.

» La mesure de cette quantité, dit Maxwell, est impossible sur la surface de la Terre, parce que, dans les mesures de la vitesse de la lumière, il faut toujours renvoyer le rayon lumineux à sa source, ce qui annule *presque* entièrement la quantité qu'on cherche à mesurer.

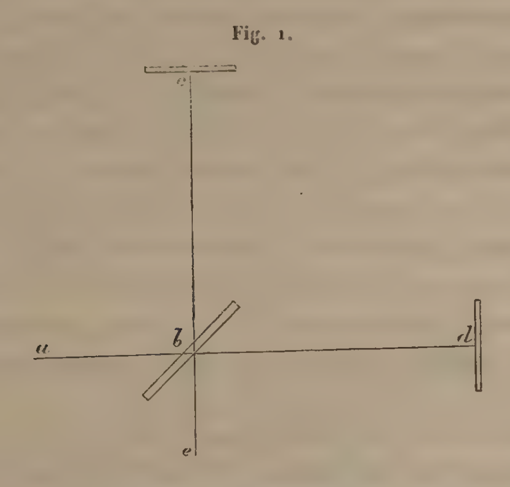
» Cette quantité se trouve réduite à l'ordre de $\left(\frac{v}{V}\right)^2$ ou environ $\frac{1}{100\,000\,000}$, et on la croyait impossible à mesurer.

» Mais si l'on se sert, comme base, de la longueur d'une onde lumineuse, la quantité, *si elle existe*, doit être facilement mesurable. En effet, considérons deux faisceaux de lumière qui ont parcouru des chemins, l'un dans la direction du mouvement de la Terre, et l'autre perpendiculairement à cette direction. Supposons, par exemple, que le faisceau *ab* (*fig.* 1) soit séparé

en deux autres, bc et bd, par une glace parallèle b inclinée à 45°, et que ceux-ci soient renvoyés par les miroirs c et d dans la direction be. Si les deux chemins bc, bd sont égaux, on aura, par l'interférence des deux faisceaux, des franges colorées.

» Maintenant si, par une cause quelconque, la distance absolue traversée par l'un des rayons devient plus grande que l'autre distance, les franges seront déplacées. Si l'on suppose bd parallèle à la direction du mouvement

Fig. 1.



de la Terre, le rayon bc ne serait pas réfléchi suivant la direction bc perpendiculaire à bd, mais la nouvelle direction fera avec bd un petit angle θ, dont la tangente est $\frac{v}{V}$.

» Posons $bc = bd = D$ et $\frac{v}{V} = r$; on trouve, en négligeant les termes de l'ordre de r^3, la distance parcourue par le rayon bc égale à $2D\left(1 + \frac{r^2}{2}\right)$, et la distance parcourue par bd est $2D(1 + r^2)$. La différence est $\Delta = Dr^2$.

» Si maintenant on ne considère que le mouvement de la Terre dans l'écliptique, on a approximativement $r = \frac{1}{10000}$ et $r^2 = \frac{1}{100\,000\,000}$. Si $D = 1200^{mm}$ ou 2 000 000 de longueurs d'onde de lumière jaune, on a

$$\Delta = 0,02 \text{ de la distance de deux franges.}$$

» Si l'on tourne l'appareil de façon à intervertir la direction des deux rayons, le déplacement sera sur l'autre côté et le déplacement total sera 0,4, quantité facile à mesurer.

» Par un artifice que je n'indiquerai pas ici, on peut encore doubler la quantité à mesurer.

» Pour réaliser l'interférence de deux faisceaux qui ont parcouru des chemins à angle droit, l'appareil a été construit exactement comme l'indique la *fig.* 1, sauf qu'on ajoute une glace pareille à b, et placée sur le trajet de l'un des faisceaux, pour compenser l'effet de la glace b. L'appareil, avec une lampe placée en a et une lunette en e, tourne très facilement autour d'un axe vertical. Pour le réglage et la méthode suivie dans les expériences, je renvoie au Mémoire détaillé (1).

» L'appareil étant installé et les époques d'observation convenablement choisies, pour avoir l'effet maximum en tenant compte du mouvement estimé du Soleil vers la constellation d'Hercule, j'ai fait quatre séries d'observations, lesquelles m'ont donné des déplacements dont les moyennes sont, pour la direction choisie, 0,004; pour une direction différant de $-45°$ de la première, $-0,015$; tandis que le déplacement attendu était $+0,050$.

» Ces nombres sont purement des erreurs d'expérience. Les résultats, cependant, sont beaucoup plus frappants lorsqu'on construit la courbe actuelle, qui donne les observations, et aussi la courbe théorique. On voit facilement que la courbe actuelle coïncide sensiblement avec une ligne droite.

» L'interprétation de ce résultat négatif, c'est qu'il n'y avait aucun déplacement des franges, et l'hypothèse d'un éther stationnaire, qui nous a conduit au résultat contraire, serait donc fausse.

» Cette conclusion contrarie donc directement l'explication du phénomène de l'aberration, généralement acceptée jusqu'à présent, qui suppose que l'éther, dans le voisinage de la surface de la Terre, n'est pas sensiblement entraîné dans son mouvement.

» Parmi les phénomènes d'interférence qu'on obtient avec l'appareil précédent, il me paraît intéressant de signaler les suivants :

» 1. Le plan où paraissent les franges varie avec l'angle d'incidence, avec la position relative des deux miroirs et avec leur inclinaison. Lorsque bc, bd (*fig.* 1) est petit, ce plan coïncide avec la surface des miroirs. Lorsque l'inclinaison est nulle, la distance est infinie.

» 2. Les franges sont en général des courbes, et peuvent prendre la forme d'une hyperbole, d'une parabole, d'une ellipse, d'un cercle ou d'une droite, selon la position et l'inclinaison des miroirs et la position de l'observateur.

---

(1) *American Journal of Science*, n° 128, vol. XXII. Dans ce Mémoire, j'ai oublié l'effet du mouvement sur le rayon bc. La correction m'a été signalée par M. Potier.

» 3. La frange centrale, dans la lumière blanche, est noire, car l'un des faisceaux a subi une réflexion externe, l'autre une réflexion interne par la glace *b*. Mais cela n'est plus vrai lorsque la seconde glace n'est pas de même épaisseur et parallèle à la première. Alors le phénomène d'achromatisme qu'a étudié M. Cornu intervient.

» 4. Si l'on interpose, dans le trajet de l'un des faisceaux, une lame de verre augmentant en même temps la distance de l'autre miroir, et réglant soigneusement le parallélisme des images des deux miroirs, on trouve un grand nombre de franges circulaires, blanches et noires. Dans des conditions favorables, on en peut compter de cinquante à cent. La différence de marche des rayons de lumière blanche qui donnent encore ces franges peut dépasser mille longueurs d'onde.

» Tous ces phénomènes se trouvent expliqués théoriquement par des formules que je compte donner prochainement. »

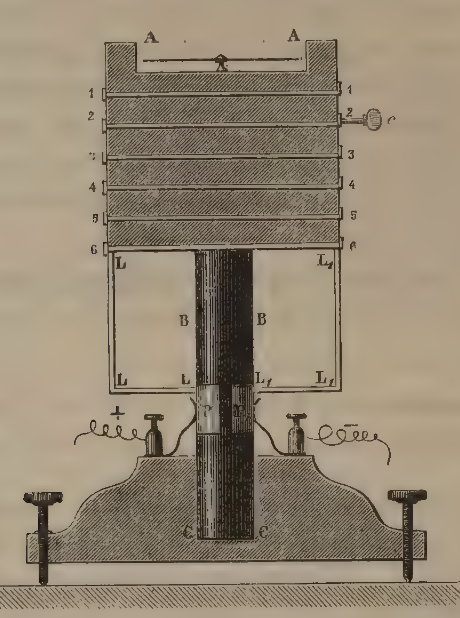
ÉLECTRICITÉ. — *Boussole sans résistance, destinée à la mesure des courants intenses.* Note de MM. **Terquem** et **Damien**, présentée par M. Faye.

« Cet appareil se compose essentiellement : 1° d'une boussole d'arpenteur au-dessous de laquelle on a fixé une première bande de cuivre de $0^{m},01$ de largeur environ, où circulera le courant, disposition souvent adoptée, du reste, pour indiquer le passage d'un courant ; 2° d'une sorte de prisme, formé par la réunion de lames de bois rectangulaires de mêmes dimensions que la boussole, ayant chacune la même épaisseur ; au-dessous de chaque lame est incrustée une bande de cuivre parallèle à la première ; quatre tringles munies de boulons rendent la boussole et les lames complètement solidaires.

» Au centre de la base de ce prisme rectangulaire, est fixée une tige cylindrique de bois qui pénètre dans un pied fixe et permet de faire tourner la boussole autour de son centre. Des ressorts placés sur le pied, en relation avec les conducteurs dans lesquels circule le courant, appuient sur deux lames demi-cylindriques fixées sur la tige centrale, et séparées l'une de l'autre par un petit intervalle ; de ces lames cylindriques partent des conducteurs verticaux qui se rendent aux lames horizontales superposées dans l'épaisseur du prisme ; le déplacement d'une seule cheville permet de faire passer le courant dans l'une ou l'autre bande. Cet appareil peut également servir comme boussole des tangentes et comme boussole des sinus.

» Si l'on veut employer les sinus, après avoir fait tourner tout l'appareil

pour ramener l'aiguille au zéro, on interrompt le courant; la déviation de l'aiguille donne la rotation de l'appareil, et le sinus de cet angle l'intensité. Avec les boussoles des sinus habituellement employées, on ne peut pas toujours, quand le courant est trop intense, ramener l'aiguille au zéro; avec cet appareil, on peut y arriver en prenant une bande suffisamment éloi-



1, 2, 3, 4, 5, 6, bandes de cuivre pour le passage des courants. Ces lames sont soudées à une bande verticale d'un côté; de l'autre, une cheville *c*, pressant sur un ressort, permet de faire passer le courant par une bande quelconque.

LLL, $L_1 L_1 L_1$, bandes verticales amenant le courant dans les bandes horizontales; elles sont continuées par deux bandes verticales placées sur les côtés du prisme AABB, de telle sorte que leurs actions se détruisent sur l'aiguille.

BBCC, tige cylindrique supportant l'appareil. P, P_1, plaques de cuivre pour la transmission du courant aux bandes, pendant la rotation de l'appareil. Entre P et P_1 on peut placer une cheville pour fermer le courant, quand on l'ouvre dans la partie supérieure, afin de déterminer les sinus de la rotation.

gnée de l'aiguille. Grâce à cette disposition, on peut, en outre, facilement graduer l'appareil employé comme boussole des tangentes.

» 1° En faisant passer un même courant successivement dans deux ou plusieurs bandes, on peut déterminer les coefficients par lesquels on doit multiplier les sinus de la rotation pour rendre comparables les intensités calculées à l'aide des sinus;

» 2° Cela fait, pour chaque bande, soit par une formule d'interpolation,

soit par une construction graphique, on peut chercher les intensités correspondant aux déviations de l'aiguille, l'appareil fonctionnant comme boussole des tangentes.

» On peut en outre, pour des courants d'intensité très différente, obtenir des déviations toujours assez faibles, c'est-à-dire dans les conditions où la boussole des tangentes a sa plus grande sensibilité. Une seule détermination faite avec un courant produisant en même temps une action électrochimique permet de graduer l'appareil en ampères.

» Nous n'avons pas encore terminé la graduation complète de l'appareil, n'ayant pas dépassé l'intensité maxima du courant donné par une machine électromagnétique Siemens-Alteneck, et celle de vingt grands éléments Bunsen réunis en surface. Nous avons déjà constaté, toutefois, qu'avec l'aiguille primitive de la boussole, en prenant les déviations pour abscisses et les intensités comme ordonnées, la courbe obtenue se confond sensiblement avec une ligne droite jusqu'à 10° pour la première bande, et que la partie rectiligne est d'autant plus étendue que la bande est plus éloignée. En outre, avec la première bande, pour un même courant, les grandes déviations sont plus faibles qu'avec la deuxième.

» Les avantages que nous paraît présenter cet appareil sont : 1° la simplicité de sa construction ; 2° la possibilité de changer le circuit, de manière à obtenir des déviations comparables avec des courants d'intensités très différentes ; 3° la facilité des lectures et de la mise à zéro, à cause de l'absence de tout circuit au-dessus de l'aiguille ; 4° la graduation en valeur absolue peut se faire par l'appareil lui-même, sans l'emploi de rhéostats ni de shunts, même pour les plus grandes déviations. Les coefficients par lesquels on doit multiplier les sinus des rotations pour avoir les intensités absolues sont les suivants :

Numéro de la bande.	Coefficients en ampères.
1	1,502
2	3,129
3	5,216
4	7,568
5	10,860
6	15,041

La distance de chaque bande à la suivante est de $9^{mm},5$.

» En plaçant deux bandes en croix au-dessous de la boussole, on pourrait la transformer en appareil différentiel. En l'employant comme bous-

sole des tangentes, on peut donc mesurer des courants dont l'intensité varie de $\frac{1}{10}$ d'ampère à 20 ampères, c'est-à-dire de 1 à 200.

» En admettant que chaque bande agit comme un courant indéfini, ce qui est sensiblement vrai, si l'on se sert d'une très petite aiguille, la théorie donne pour l'appareil employé comme boussole des sinus :

» 1° Pour une bande infiniment mince, située à une distance a de l'aiguille,

$$I = \frac{aT}{2} \sin \rho$$

(T est l'intensité horizontale du magnétisme terrestre).

» 2° Pour une bande ayant une largeur de $2l$ et une épaisseur négligeable,

$$I = \frac{lT}{2 \operatorname{arc\,tang} \frac{l}{a}} \sin \rho.$$

» En tenant compte de la largeur et de l'épaisseur, et admettant a suffisamment grand par rapport à la largeur $2l$ et l'épaisseur e, on a la formule approximative

$$I = \frac{aT}{2} \left(1 + \frac{e}{2a} + \frac{l^2}{3a^2}\right) \sin \rho.$$

» 4° L'appareil étant employé comme boussole des tangentes, et réduisant l'aiguille à ses deux pôles, le courant passant par une bande infiniment mince, on a

$$I = \frac{aT}{2} \left(1 + \frac{r^2}{a^2} \sin^2 \delta\right) \operatorname{tang} \delta,$$

r étant la distance des pôles au centre de l'aiguille.

» 5° En tenant compte de la largeur et de l'épaisseur de la bande, on arrive à la formule

$$I = \frac{aT}{2} \left(1 + \frac{e}{2a} + \frac{l^2}{3a^2} + \frac{r^2}{a^2} \sin^2 \delta\right) \operatorname{tang} \delta.$$

» La simplicité et la rigueur de ces formules, surtout dans le cas de la boussole des sinus, nous permettent de penser que, avec un appareil mieux construit que celui dont nous nous sommes servis, on pourrait déterminer rapidement et avec une certaine exactitude *l'intensité horizontale du magnétisme terrestre.* »

PHYSIQUE. — *Expériences hydrodynamiques; imitation, par les courants liquides, des phénomènes d'électromagnétisme et d'induction.* Note de M. C. DECHARME. (Extrait par l'auteur.)

« Dans une précédente Communication (séance du 13 février), j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie plusieurs expériences hydrodynamiques, dont l'une, qui montre un tube vibrant sous l'influence d'un courant liquide, est l'imitation d'un électro-aimant soumis à l'action d'un courant électrique intermittent. Je vais continuer aujourd'hui à résumer la suite de mes expériences.

» *Hydro-électro-aimant à courant continu.* — Revenons au phénomène simple d'attraction de la plaque libre avec le tube fixe. C'est l'image d'un aimant permanent, ou plutôt d'un électro-aimant qui reste actif pendant toute la durée du courant. On peut produire, par ce moyen, un hydro-électro-aimant à deux pôles, soit de même nom, soit de noms contraires, en faisant arriver deux courants distincts (ou un même courant branché) dans deux tubes, situés sur le prolongement l'un de l'autre, et dont les extrémités sont munies, l'une d'un ajutage à bords épais, l'autre d'un ajutage à bords minces; il y aura d'un côté *attraction* et de l'autre *répulsion*, à très petite distance de l'obstacle fixe. Ces effets croissent rapidement à mesure que la distance diminue, comme cela a lieu avec les électro-aimants à courants électriques continus.

» Je montre, dans mon Mémoire, que l'analogie des deux phénomènes se maintient aussi dans les détails; puis, j'analyse le mouvement vibratoire en examinant les diverses forces qui y concourent, soit avec des ajutages produisant l'attraction, soit avec ceux qui donnent la répulsion, et je tâche de faire la part de chacune d'elles, en isolant les effets superposés.

» Le fait simple qui accompagne tous les autres est celui qui se produit dans le tube au moment de l'*interruption* ou du *passage* du courant liquide, le tube étant muni ou non d'un ajutage, mais ayant son extrémité loin de tout obstacle. On remarquera, comme je l'avais observé depuis longtemps déjà, que, au moment où l'on *ouvre* subitement le robinet qui donne passage au jet liquide, on sent, dans le tube tenu à la main, un mouvement de *recul* très sensible; lorsqu'on *ferme* subitement le robinet, on constate, au contraire, un mouvement qui entraîne le tube *en avant*. Ces deux effets s'expliquent facilement : le premier est analogue à celui du tourniquet hydraulique ou du chariot à réaction; le second est une sorte de

coup de bélier hydraulique, produit par l'arrêt subit de la longue colonne liquide intérieure en mouvement.

» *Hydro-induction.* — Si donc il est permis de comparer le courant liquide à un courant voltaïque inducteur, et l'enveloppe, le tube, au fil induit qui entoure le fil inducteur, les phénomènes qui viennent d'être décrits sont analogues à ceux qu'un courant électrique, alternativement *ouvert* et *fermé*, produit dans le fil induit; de plus, les mouvements hydrodynamiques sont *instantanés* comme les courants induits, c'est-à-dire ne se manifestent qu'au moment même du passage ou de l'interruption du courant Pendant toute sa durée, il n'y a pas d'effet dynamique, c'est-à-dire que la position du tube reste invariable.

» Mais voici ce qui complète l'analogie : on sait que, au moment où un courant inducteur électrique constant *commence*, il détermine un courant *inverse* dans le fil induit; au moment où le courant inducteur *cesse*, il y a production d'un courant induit *direct*. Il en est de même avec les phénomènes hydrodynamiques que je viens de signaler; car, au moment où le courant liquide *commence*, il y a répulsion du tube, mouvement de recul, c'est-à-dire *inverse* au courant liquide; au moment où le courant est *interrompu*, il y a attraction, mouvement du tube en avant, c'est-à-dire dans le sens *direct* de l'écoulement.

» D'autre part, on sait que, quand un courant électrique *augmente* de force d'une manière continue, il fait naître dans le fil induit un courant *inverse*, *continu* et *croissant*; quand le courant inducteur *diminue* d'intensité d'une façon continue, il détermine dans le fil induit un courant *direct*, *continu* et *décroissant*. Il en est de même encore avec le courant liquide; en effet, quand on *ouvre* ou qu'on *ferme* lentement le tube, on fait *croître* ou *décroître* le courant liquide, ce qui produit une *hydro-induction continue*, décroissante ou *croissante*, avec changement de sens de l'effet dynamique. Dans ces mouvements lents d'*avant* et de *recul*, le tube arrive aux mêmes positions finales qu'il aurait prises, par suite de la fermeture ou de l'ouverture brusques du tube.

» Les courants induits, produits par la rotation des aimants permanents devant des bobines d'induction, ou par la rotation des bobines devant des aimants, trouvent aussi leurs analogues dans les phénomènes d'attraction et de répulsion du tube mobile devant un obstacle fixe, ou de la palette mobile devant le tube fixe. On pourrait faire beaucoup d'autres rapprochements.

» L'analogie entre les phénomènes d'*hydro-induction* et ceux d'induction

électrique est donc *directe,* soutenue dans les détails et, par conséquent, complète.

» En résumé, M. Bjerknes, dans ses expériences hydrodynamiques, au moyen de corps *pulsants* ou *vibrants* dans l'eau, imitant les phénomènes de l'électricité statique et du magnétisme, a trouvé partout une analogie *inverse.* Dans mes expériences avec les *courants liquides,* je trouve, au contraire, une analogie *directe* entre les phénomènes hydrodynamiques et ceux de l'électromagnétisme et de l'induction.

» Qu'il me soit permis de faire remarquer, en terminant, que j'ai produit des vibrations sonores plus ou moins élevées, au moyen de courants de gaz sur le mercure (*Comptes rendus,* t. LXXX, 29 mars 1875, p. 802). Dans mes expériences actuelles, je détermine des vibrations plus ou moins graves, au moyen de courants d'eau sur un corps solide; c'est la continuation de la même idée. Les vibrations de la première espèce ont été poussées au delà de la limite supérieure de perceptibilité des sons, tandis que celles de la seconde espèce descendent au-dessous de la limite inférieure des sons proprement dits. »

CHIMIE. — *Sur la saturation de l'acide phosphorique par les bases et sur la neutralité chimique.* Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Berthelot.

« MM. Berthelot et Louguinine [1], étudiant au calorimètre la combinaison de l'acide phosphorique dissous avec les bases alcalines et alcalinoterreuses et la réaction des acides monobasiques sur les solutions des phosphates alcalins, ont montré que, avec le premier équivalent de base seule, le dégagement de chaleur était comparable à celui que donnent les acides forts monobasiques (acides chlorhydrique, nitrique), et que le deuxième et le troisième équivalents de base étaient éliminés, l'un totalement, l'autre en partie, par la dilution ou l'action des acides. Il résulte de là que l'acide phosphorique n'est pas, à proprement parler, un acide tribasique au même titre que l'acide citrique par exemple, et qu'il conviendrait de le regarder comme un acide monobasique à fonction mixte.

» D'autre part, les mêmes expérimentateurs ont trouvé que, pour saturer $1^{éq}$ d'acide phosphorique dissous par la soude jusqu'à ce que le tournesol virât au bleu, il fallait verser environ $1^{éq},5$ de soude; le virage est incer-

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. VIII, p. 23.

tain d'ailleurs. Pour saturer $1^{éq}$ de PhO^8Na^2H, dont la réaction est alcaline, il faut employer $0^{éq},76$ d'acide chlorhydrique, $0^{éq},78$ d'acide phosphorique. La saturation de l'acide phosphorique par l'ammoniaque exige de $1^{éq},23$ à $1^{éq},45$ de solution alcaline.

» Le second équivalent d'alcali n'est donc pas saturé par l'acide au même titre que le premier.

» J'ai repris ces expériences de saturation de l'acide phosphorique par les bases solubles, en substituant au tournesol, pour indiquer la limite de saturation, une substance employée en teinture sous le nom d'*orangé n° 3* (Poirrier), et une autre matière tinctoriale qui paraît avoir la même constitution chimique, l'*hélianthine*. L'orangé n° 3, l'hélianthine, comme la tropéoline oo [1] de O. Witt, sont employés dans quelques laboratoires industriels pour effectuer les titrages alcalimétriques. Ces substances, jaunes en solutions aqueuses étendues, virent au rouge par les acides libres *seuls*, comme l'a montré W. Miller pour la tropéoline [2].

» Les solutions des phosphates ordinaires à 1 seul équivalent de base, de soude, de potasse et d'ammoniaque, qui rougissent fortement le tournesol, sont neutres à l'hélianthine, comme les nitrates correspondants. Le premier équivalent d'alcali se comporte donc, vis-à-vis de l'acide phosphorique ordinaire, comme avec les acides monobasiques proprement dits.

» En versant dans une solution titrée d'acide phosphorique colorée par l'orangé n° 3 ou l'hélianthine (2 gouttes d'une solution à 0,05 pour 100 pour 50^{cc} de liquide) une solution alcaline (soude, potasse, ammoniaque), jusqu'à ce que la coloration rouge disparaisse, je me suis assuré qu'il fallait verser exactement $1^{éq}$ d'alcali pour $1^{éq}$ d'acide. J'ai fait varier la concentration des solutions acides et alcalines, et toujours le virage s'est fait nettement, correspondant à la même limite de saturation.

» J'ai pu titrer ainsi diverses solutions d'acide phosphorique renfermant des poids connus d'acide anhydre. Ainsi, une solution renfermant par litre $11^{gr},84$ de PhO^5 ($1^{éq} = 6^{lit}$ environ) a donné : par la soude (deux solutions différentes), $11^{gr},70 - 11^{gr},83$; par la potasse, $11^{gr},76$; par l'ammoniaque, $11^{gr},80$. Une seconde dissolution, renfermant $18^{gr},09$ PhO^5 ($1^{éq} = 4^{lit}$ en-

---

(1) La tropéoline oo est, d'après O. Witt, un phénylamidoazophénylsulfite de potassium

$$KS\!\!\!-\!\!O^3.C\!\!\!-^6H^4Az = AzC\!\!\!-^6H^4AzH(C\!\!\!-^6H^5);$$

l'orangé n° 3 est un diméthylamidoazo.

(2) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XI, p. 460; 1878.

viron), a accusé : par la soude, $17^{gr},98$; par la potasse, $18^{gr},09$; par l'ammoniaque, $18^{gr},2$.

» En versant dans une solution titrée de phosphate PhO^8Na^2H ($1^{éq} = 6^{lit}$ environ) des solutions d'acides sulfurique, chlorhydrique, phosphorique de titres connus jusqu'à saturation, j'ai trouvé que, pour neutraliser 25^{cc} renfermant $0^{gr},302$ d'acide, il fallait ajouter $0^{gr},301$ de PhO^5 ou des quantités équivalentes en HCl et SO^3.

» Dans les essais, la coloration rouge de la liqueur acide diminue graduellement lorsqu'on approche de la limite de saturation et laisse place à une coloration jaune-brun correspondant à la neutralité; avec quelques gouttes d'alcali en plus, la liqueur est jaune. Si le virage avec l'hélianthine ou l'orangé ne présente pas la netteté du virage au tournesol, il a l'avantage de s'appliquer, avec une approximation bien suffisante dans un grand nombre de cas, au dosage de l'acide phosphorique libre par liqueur titrée, et, comme l'acide carbonique est sans action sur la matière colorante, on peut substituer les carbonates aux alcalis, tout en opérant à froid.

» La saturation de l'acide phosphorique peut être effectuée également par l'eau de baryte, mais avec quelques précautions, sur lesquelles je reviendrai.

» Je ferai remarquer, en terminant, tout le parti que l'on peut tirer, au point de vue de l'enseignement, de l'emploi de ces matières colorantes (orangé n° 3, hélianthine). Le sels métalliques (de cuivre et de zinc par exemple), bien débarrassés de toute trace d'acide libre, neutres d'après la convention de Berzélius, sont neutres à ces réactifs colorés. On peut aisément répéter dans les Cours les expériences de doubles décompositions de Wenzel sur la conservation de la neutralité, les expériences de Richter sur la précipitation des métaux les uns par les autres, sans crainte de voir la neutralité théorique en désaccord avec la neutralité aux réactifs colorés. Ces matières colorantes offrent cet avantage que, sels alcalins d'un acide sulfoconjugué, elles présentent une stabilité comparable à celle des acides forts, tandis que le tournesol a l'instabilité des sels des acides faibles. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'acide ferricyanhydrique.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

» Je me suis occupé, dans une Note précédente, de la chaleur de formation du ferricyanure de potassium depuis ses éléments, soit en transformant le

ferrocyanure de potassium en ferricyanure par le chlore ou le brome, soit en transformant le ferricyanure de zinc en ferrocyanure de zinc, au moyen de l'iodure de potassium et de l'acide chlorhydrique. Cette Note a pour objet la chaleur de neutralisation de l'acide ferricyanhydrique par la potasse.

» Je n'ai pu réussir à obtenir cet acide à l'état cristallisé et pur par les méthodes indiquées dans les livres. Du reste, ce corps ne paraît pas avoir été obtenu pur : les produits fournis par les diverses méthodes proposées n'ont pas été analysés.

» Gmelin indique l'action de l'acide sulfurique sur le ferricyanure de plomb. Mais la méthode qu'il a suivie pour obtenir le ferricyanure de plomb donne deux composés différents suivant les proportions relatives d'azotate de plomb et de ferricyanure de potassium; avec des équivalents égaux de ces corps, on obtient un ferricyanure double de plomb et de potassium; avec plus de trois équivalents d'azotate de plomb pour un de ferricyanure de potassium on obtient une combinaison bien cristallisée de ferricyanure de plomb et d'azotate de plomb; lorsqu'on emploie des proportions d'azotate de plomb intermédiaires, on obtient par refroidissement un mélange des deux espèces de cristaux. Gmelin n'indique pas la composition du corps qu'il a obtenu. En se bornant d'ailleurs seulement au dosage du plomb, les nombres théoriques trouvés avec le ferricyanure de plomb ou avec cette combinaison sont assez voisins : 59,4 pour le ferricyanure de plomb, et 60,1 pour la combinaison de ferricyanure et d'azotate de plomb.

» Lorsqu'on traite par l'acide sulfurique la dissolution de ce dernier composé, on obtient un mélange d'acide azotique et d'acide ferricyanhydrique qui donne, par évaporation, des aiguilles brunes, mais c'est un produit altéré; il donne avec les sulfures alcalins la réaction des nitroprussiates.

» Pour étudier sa chaleur de neutralisation, j'ai dû avoir recours à des méthodes indirectes.

» 1° *Action de l'acide sulfurique étendu sur le ferricyanure de potassium.* — J'ai employé des quantités croissantes d'acide sulfurique. Voici les nombres trouvés :

			Cal
$K^3Fe^2Cy^6$	$+ SO^3,HO$	dégage	$+0,668$
»	$+ 2SO^3,HO$	»	$+0,918$
»	$+ 3SO^3,HO$	»	$+0,978$
»	$+ 6SO^3,HO$	»	$+0,994$
»	$+ 12SO^3,HO$	»	$+1,063$
»	$+ 15SO,HO$	»	$+1,370$

» Ces nombres montrent qu'il se forme un équilibre complexe entre le bisulfate de potasse, le ferricyanure de potassium et l'acide ferricyanhydrique; nous prendrons pour moyenne $+1^{Cal},0$. On en conclut, en admettant la réaction :

$$K^3Fe^2Cy^6 + 6HO,SO^3 = H^3Fe^2Cy^6 + 3KHS^2O^8 \ldots\ldots + 42^{Cal},8$$

ou

$$3 \times 14^{Cal},3$$

» 2° *Action de l'acide tartrique.* — J'ai dû d'abord déterminer la chaleur de formation du tartrate neutre et du tartrate acide de potasse, ainsi que la chaleur de dissolution du tartrate acide de potasse. J'ai trouvé pour ces quantités :

$C^8H^6O^{12} + 2KO,HO = C^8H^4K^2O^{12}$ dissous $+ 4HO \ldots$	$+26,2$ Cal
$C^8H^6O^{12} + KO,HO = C^8H^5KO^{12}$ précipité $+ 2HO \ldots$	$+23,6$
$C^8H^5KO^{12}$ dissous dans 3000 $H^2O^2 \ldots$	$-11,6$

» Ces diverses déterminations ont été effectuées vers 12°.

» J'ai opéré en prenant $3^{éq}$ d'acide tartrique et $1^{éq}$ de ferricyanure de potassium, de façon à précipiter toute la potasse à l'état de crème de tartre. La réaction dure longtemps : lorsqu'on a cessé d'observer le thermomètre, on a filtré immédiatement la liqueur pour recueillir la crème de tartre précipitée. Il y en avait $8^{gr},03$ au lieu de $25^{gr},04$, quantité théorique si tout le potassium avait été précipité (en tenant compte de la solubilité du tartrate acide de potasse). En tenant compte seulement de la réaction véritablement effectuée et en admettant que les $3^{éq}$ de potasse dégagent chacun la même quantité de chaleur, ce que j'ai vérifié par une méthode décrite plus loin, on a

$$H^3Fe^2Cy^6 + 3KO,HO = K^3Fe^2Cy^6 \ldots\ldots + 3 \times 14,4$$

» 3° J'ai préparé de l'acide ferricyanhydrique en dissolution, mélangé avec de l'acide bromhydrique, en traitant par le brome une dissolution d'acide ferrocyanhydrique. J'ai opéré avec des proportions croissantes de potasse, et j'ai trouvé les nombres suivants :

$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + KO,HO$	dégage	$+14,62$ Cal		
$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + 2KO,HO$	»	$+28,98$	ou	$+2 \times 14,49$
$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + 3KO,HO$	»	$+43,32$	ou	$+3 \times 14,44$
$H^3Fe^2Cy^6 + HBr + 4KO,HO$	»	$+57,16$	ou	$3 \times 14,44 + 13,84$

» La différence entre les deux derniers nombres est, dans les limites

d'erreur, la chaleur de neutralisation de l'acide bromhydrique, $13^{Cal},8$ au lieu de $13^{Cal},7$. Du reste, une expérience de contrôle, faite avec l'acide chlorhydrique, dont la chaleur de neutralisation est la même que celle de l'acide bromhydrique, a montré qu'en mélangeant une dissolution de ferricyanure de potassium et d'acide chlorhydrique il ne se produisait aucun phénomène thermique. On a donc

		Cal
$H^3Fe^2Cy^6 + KO,HO = H^2KFe^2Cy^6$	dissous..........	$+14,6$
$H^2KFe^2Cy^6 + KO,HO = HK^2Fe^2Cy^6$	»	$+14,5$
$HK^2Fe^2Cy^6 + KO,HO = K^3Fe^2Cy^6$	»	$+14,4$

» Ces nombres sont très peu différents, ce qui montre que l'acide ferricyanhydrique est un véritable acide tribasique, les $3^{éq}$ de base jouant le même rôle dans la saturation.

» En résumé, voici les nombres obtenus :

Au moyen de l'acide sulfurique..................	$+3\times 14,3$
Au moyen de l'acide tartrique....................	$+3\times 14,4$
Au moyen de l'acide ferricyanhydrique...........	$+3\times 14,5$

Nous adopterons ce dernier nombre. On peut, avec cette donnée et les nombres déjà connus, avoir la chaleur de formation de l'acide ferricyanhydrique dissous, à partir des éléments. On trouve

$$H^3 + Fe^2 + Cy^6 = H^3Fe^2Cy^6 \text{ dissous.............} \quad +93^{Cal},6.$$

» Dans une prochaine Note, je m'occuperai de la chaleur de neutralisation de l'acide ferrocyanhydrique et de la chaleur de formation de quelques ferrocyanures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'iode sur la naphtaline à haute température.* Note de MM. A. Bleunard et G. Vrau.

« M. Schützenberger, en faisant réagir l'iode à 250° sur le toluène (¹), a obtenu une série d'hydrocarbures moins hydrogénés que le toluène initial. L'iode agit donc ici comme déshydrogénant. Nous avons voulu reconnaître si cette action de l'iode est générale et s'applique à d'autres hydrocarbures de la série aromatique. A cet effet, nous avons opéré sur la naphtaline, nous réservant d'étendre ces recherches à d'autres hydrocarbures de la même série.

(¹) P. Schützenberger, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1767.

Un mélange, formé de 30 parties d'iode et de 70 parties de naphtaline, a été chauffé en vase clos à la température de 250°. La réaction est complète au bout de douze heures de chauffe, c'est-à-dire qu'il n'y a plus production de nouvelles quantités d'acide iodhydrique quand on prolonge l'opération au delà de ce terme. Après ce traitement, les tubes contiennent une matière noire, que l'on peut facilement recueillir en les lavant avec une solution concentrée de potasse. Le tout est chauffé à l'ébullition, pour enlever l'excès d'iode ; on filtre et on lave le résidu noir à l'eau chaude, pour se débarrasser de toute trace de potasse.

La poudre noire ainsi obtenue contient de fortes proportions d'iode combiné. Chauffée dans un tube, elle dégage en effet des vapeurs violettes et de l'acide iodhydrique. Nous l'avons successivement soumise à l'action des dissolvants suivants : alcool concentré, benzine et sulfure de carbone. Disons de suite que l'alcool et le sulfure de carbone, malgré l'intensité de la coloration qu'ils prennent, n'ont fourni, après évaporation, qu'une quantité de matière si peu considérable, qu'il n'a pas été possible d'en faire l'analyse. Mais la benzine dissout une plus grande quantité de matière. On obtient un liquide fortement dichroïque, rouge par transmission, verdâtre par réflexion. Le liquide épais, abandonné par la benzine après évaporation, est traité par l'éther, qui le dissout en totalité si l'on emploie un très grand excès de dissolvant. Mais on reconnaît que l'éther enlève d'abord une matière beaucoup plus soluble, et qu'il reste une poudre rougeâtre fort peu soluble dans ce véhicule. Ainsi, l'éther permet de séparer la masse primitive en deux portions : l'une, très soluble, qui, après évaporation de l'éther, se présente sous la forme d'un liquide épais, rouge, devenant plus fluide à mesure que la température s'élève ; l'autre, beaucoup moins soluble, qui affecte la forme d'une poudre rougeâtre.

Ces deux corps ne contiennent pas d'iode, mais, ce qui est remarquable, une proportion assez notable d'oxygène. Leurs analyses donnent en effet les nombres suivants, calculés en centièmes :

1° Pour le liquide,

C	81,0
H	6,9
O	12,1

2° Pour la poudre,

C	88,4
H	5,7
O	5,9

Il est évident que ces analyses ont porté sur des mélanges des deux

corps, car leur mode de séparation ne permet pas de les isoler complètement. Nous nous bornerons aujourd'hui à signaler le fait intéressant de la présence de l'oxygène dans ces deux substances.

» Après ce traitement de la poudre noire par l'alcool, la benzine et le sulfure de carbone, il reste une nouvelle poudre noire dont nous n'avons pu rien extraire par de nouveaux dissolvants. Nous l'avons donc soumise telle quelle à l'analyse.

» Voici les résultats trouvés :

C....................	75,2
H....................	3,8
I....................	21,4

» Ces nombres conduisent à la formule brute $C^{40}H^{23}I$, ou, en admettant que l'iode remplace un atome d'hydrogène, $C^{40}H^{24}$ ou $4(C^{10}H^{6})$.

» Ce résultat prouve que l'action principale de l'iode sur la naphtaline (ce dernier produit forme plus des $\frac{9}{10}$ de la masse totale) se résume dans le fait suivant : l'iode enlève de l'hydrogène à la naphtaline, pour former de l'acide iodhydrique, et il se produit un nouveau corps $(C^{10}H^{6})^{x}$, qui représente de la naphtaline moins deux atomes d'hydrogène [1]. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les colorations bleue et verte des linges à pansements.* Note de M. C. Gessard, présentée par M. Pasteur.

« Deux cas de coloration bleue et verte des pansements se produisaient en octobre dernier, dans le service de M. le Dr Chauvel, au Val-de-Grâce. Les linges me furent remis, et j'entrepris de vérifier l'origine parasitaire du phénomène, par la méthode des cultures de M. Pasteur. J'ai pu isoler de la sorte un organisme qui, après un grand nombre d'ensemencements successifs, se montre constant dans sa forme et dans sa réaction physiologique, la production de pigment, pour les différents liquides de culture. Cet organisme est incolore, globuleux, de 1 à 1,5 millième de millimètre; il est aérobie et très mobile. On le cultive bien, entre 35° et 38°, dans l'urine neutralisée, la décoction de carottes. Il se développe également dans la salive, la sueur, les liquides albumineux, sérosité de vésicatoire, d'hydrocèle. La matière colorante bleue sécrétée est la pyocyanine de M. Fordos [2],

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

(2) *Comptes rendus*, t. LI, p. 215, et t. LVI, p. 1128.

rougissant par les acides, ramenée au bleu par les alcalis. On l'extrait facilement des liqueurs par agitation avec le chloroforme. Reprenant par l'eau aiguisée d'acide sulfurique ou chlorhydrique, neutralisant la solution acide rouge par la potasse, on obtient, par un nouveau traitement chloroformique, une liqueur d'un bleu pur, qui abandonne par évaporation la pyocyanine cristallisée, tantôt en prismes ou en aiguilles enchevêtrées, tantôt en lames rectangulaires. Sa solution aqueuse est neutre; elle n'est pas altérable par l'ébullition.

» La pyoxanthose, matière jaune, difficilement cristallisable, rougissant par les acides, devenant violette par les alcalis (Fordos), dérive de la pyocyanine par oxydation. Elle se forme lentement sur les cristaux bleus exposés à l'air, plus rapidement en solution chloroformique, surtout sous l'influence de la lumière. On l'obtient en quelques minutes par battage à l'air d'une solution aqueuse de pyocyanine fortement alcalinisée. On voit la couleur bleue pâlir, puis faire place à une coloration violette par réaction de l'alcali sur la pyoxanthose formée. Cette liqueur violette, alcaline, neutralisée par un acide, cède au chloroforme la matière jaune qu'on recueille par évaporation.

» Le courant d'hydrogène sulfuré, l'amalgame de sodium font virer la solution de pyocyanine au vert, puis au jaune. Le microbe exerce la même action en raison de son avidité pour l'oxygène. Ce fait rend compte de l'apparence incolore ou jaunâtre des couches inférieures dans les liquides où vit l'organisme : milieux de culture, eau de lavage des linges colorés. On peut soutirer et rétablir la couleur par simple agitation à l'air. J'expliquerai de même la coloration verdâtre qu'on observe constamment dans les parties profondes des pansements d'ailleurs bleus, au voisinage de la plaie; le pus y peut contribuer aussi, par sa couleur propre et le dégagement d'hydrogène sulfuré qui résulte de son altération. Si l'ammoniaque, dans le traitement des linges à pansement, a paru quelquefois favoriser le développement de pyocyanine, c'est en suspendant l'évolution du microbe et supprimant son action réductrice.

» La pyocyanine se combine avec les acides et forme des sels cristallisés : sulfate et chlorure, en aiguilles rougeâtres. D'après l'ensemble des réactions, M. Fordos était disposé à la considérer comme une base organique. Cette opinion est confirmée par les réactions que j'ai obtenues avec la pyocyanine ou son sulfate : précipités par le chlorure d'or, le chlorure de platine, l'iodure de potassium et de mercure, ces trois combinaisons cristallisées en fines aiguilles; le tannin, l'iodure de potassium, l'acide

phosphomolybdique, le bichlorure de mercure. Ce corps réagit donc comme un alcaloïde, que distinguent sa couleur, son origine microbique, sa production au voisinage des plaies. Comme on pouvait le présumer de sa facile oxydabilité, il réduit le ferricyanure de potassium. Toutefois, l'action n'est pas aussi instantanée qu'avec la morphine. On emploie la solution bien neutre de sulfate; sa teinte rose domine dans le mélange de ferricyanure et de perchlorure de fer, au début de la réaction. Le vert apparaît bientôt, puis le bleu; après quelques minutes, le précipité de bleu de Prusse est nettement formé : c'est la réaction qu'on a donnée pour caractériser les ptomaïnes. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des troubles de l'équilibration chez les jeunes enfants, sourds-muets par otopiésis. De leur disparition lors du retour de l'ouïe.* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley.

« Nous avons montré (*Comptes rendus*, 1880) que la majeure partie des sourds-muets deviennent *sourds par suite d'affections de l'oreille,* et non par suite d'affections cérébrales ou de malformation.

» Le signe distinctif entre ces deux catégories de sourds-muets, c'est la *persistance de l'intelligence* chez les sourds par affection de l'oreille.

» Le mécanisme qui produit la surdité du jeune âge est, selon nous, *une compression des nerfs acoustiques* dont le point de départ est le *vide* effectué dans la caisse du tympan, vide que la pression atmosphérique tend à combler. C'est cette pression de 200^{gr} à 1000^{gr} sur le tympan qui, transmise par les osselets et par les liquides labyrinthiques aux nerfs de l'oreille, en détermine la compression d'abord, et plus tard la dégénérescence et la destruction.

» Il est d'observation ancienne et confirmée que beaucoup de jeunes sourds-muets *marchent tardivement,* et présentent des phénomènes nerveux variés : ainsi, tantôt ils sont sujets à des crises de colère furieuse, tantôt ils poussent des cris stridents, prolongés, sauvages; tantôt ils ont des accès de tristesse, des craintes subites, etc.

» La disparition de ces phénomènes pendant le traitement de la surdité otopiésique nous en a révélé la cause pathogénique la plus commune.

» On sait, par les expériences de Flourens et de ses nombreux imitateurs, que les lésions *irritatives* (Lœwenberg) des canaux semi-circulaires de l'oreille, que les excitations des nerfs des canaux semi-circulaires hors de l'oreille, que la compression par ligature des nerfs de ces canaux, tout ré-

cemment encore que les excitations des racines de ces nerfs dans le bulbe, dans leur trajet pédonculaire, et jusque dans leur terminaison probable dans le cervelet; on sait, disons-nous, que *les excitations variées des nerfs des canaux semi-circulaires,* à un point quelconque de leur trajet, déterminent des troubles bien connus dans l'équilibration, des vertiges, des titubations, des tournoiements, etc. Aussi ces nerfs ont-ils été considérés comme les nerfs de l'*espace* (de Cyon); nous aimerions mieux les appeler les nerfs de l'*équilibre*.

» Si la compression de ces nerfs par une pince, une ligature, en détermine l'excitation et produit les phénomènes susindiqués, la compression dans l'intérieur de l'oreille, transmise par les osselets, lors d'une pression sur le tympan par un corps étranger (Bonnafond, Tillaux, Duplay, etc.), par une explosion gazeuse, etc.; la compression dans l'intérieur de l'oreille, par la pression atmosphérique sans contre-poids, compression *otopiésique* (de οὖς, ὠτός, oreille; πιέσις, compression), d'après le mécanisme rappelé plus haut, pourra produire également des troubles d'équilibration et des troubles d'excitation irradiée (cris réflexes par irritation bulbo-protubérantielle, crises de colère par excitation irradiée aux centres cérébraux; accès de tristesse, de frayeurs subites, comme par hallucination), etc.

» En relâchant la compression otopiésique, chez les enfants sourds-muets, on devra voir disparaître ces accidents. C'est ce que nous avons observé en effet.

» Chez un jeune enfant qui avait entendu, parlé et marché jusqu'à dix-huit mois, survint une affection mal déterminée, méningitiforme, qui laissa le petit malade sourd, muet et impotent des membres inférieurs. Mais il était resté *intelligent*. Cette situation durait depuis six mois, quand, en examinant l'enfant, l'analyse des symptômes qu'il présentait nous fit supposer que les accidents dérivaient de la compression *otopiésique* (par suite du vide dans la caisse du tympan). Quelques bulles d'air ayant été introduites dans la caisse, l'enfant put *immédiatement marcher* et prolonger cet exercice pendant plusieurs heures. Peu à peu, l'ouïe et la parole revinrent, et la marche continua d'être exécutée comme à l'état normal. L'impossibilité de la marche depuis six mois ne tenait donc pas à une paralysie de membres, mais plutôt à un trouble dans l'équilibration.

» Un autre enfant de quatre ans et demi, sourd-muet depuis l'âge d'environ un an, à la suite d'une affection méningitiforme, était sujet à

des crises de colère furieuse, qui disparurent quelque temps après la décompression de l'oreille. L'ouïe fut récupérée en partie.

» Un autre enfant de deux ans, sourd-muet depuis l'âge d'environ huit mois, poussait des cris stridents, prolongés, très pénibles à entendre; il avait un caractère triste, sombre et des allures vieillottes. Il était grand, vigoureux, intelligent. Après quelques séances de décompression de l'oreille interne, les cris étranges cessèrent, le caractère devint gai, affectueux et doux. L'ouïe s'améliora rapidement.

» Nous avons observé plusieurs cas analogues, où la décompression de l'oreille fit cesser des accidents nerveux variés, chez de jeunes enfants sourds-muets.

» La restauration partielle de l'ouïe, la possibilité de marcher, la disparition des accès de colère et de cris, les modifications dans le caractère, etc., tous ces phénomènes, survenant pendant la décompression de l'oreille interne, fournissent la preuve que la surdité, les troubles de l'équilibration et autres, ont une cause analogue ou commune, qui n'est autre, dans ces cas, que la compression des nerfs de l'audition et de l'équilibration, à leurs terminaisons dans l'oreille interne.

» En un mot, ces phénomènes peuvent dépendre de la compression *otopiésique*.

» D'après ces expériences cliniques, il y a lieu de considérer comme moins fréquentes les causes habituellement admises de ces accidents, telles que les affections cérébrales, cérébelleuses, bulbaires (Tripier) et méningitiques. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'évolution des dents des Balænides.* Note de MM. G. **Pouchet** et **Chabry**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« Les matériaux que l'un de nous a rapportés de sa mission en Laponie, et d'autres, que le Muséum doit à la générosité de M. Foyn, nous ont permis une étude de l'évolution des dents des Balænides plus complète qu'on ne l'avait faite jusque dans ces derniers temps (voir Julin, *Archives de Biologie,* 1880). Cette évolution présente certaines particularités, sans analogie connue jusqu'à ce jour chez les autres Mammifères.

» Les embryons à notre disposition appartiennent aux espèces *Balænoptera Sibbaldii* et peut-être *B. musculus.*

» A. Sur un embryon de $0^m,30$, la lame, d'où proviennent les organes

adamantins, s'étend encore de l'un à l'autre de ces organes; mais elle est irrégulière, contournée, amoindrie, légèrement bourgeonnante, appliquée au niveau de l'organe adamantin, sur la face interne de celui-ci; une légère saillie plongeante qu'elle présente pourrait être, à la rigueur, interprétée comme l'indice d'une tendance à la formation d'une dent définitive. Le développement des germes à la mâchoire supérieure est beaucoup plus avancé qu'à l'inférieure, et les premiers rudiments des chapeaux de dentine vont s'y montrer. L'organe adamantin offre sur ces germes un intérêt spécial. La paroi celluleuse externe en est dissociée, complètement éventrée, disparue sur tout le sommet de l'organe, réduite à un organe circulaire sur les bords de celui-ci. Le tissu lamineux ambiant se trouve, par suite, largement en continuité avec la pulpe adamantine, donnant ainsi la démonstration d'une identité de texture que nous avions indiquée déjà entre la pulpe adamantine et le tissu lamineux, l'organe adamantin offrant un nouvel exemple de la pénétration d'un tissu émané du feuillet externe par les éléments du feuillet moyen.

» A cet âge, c'est-à-dire sur l'embryon de $0^{m},30$, on constate, sur les lèvres, la présence de poils caducs.

B. Sur un embryon de $0^{m},90$, les dents observées au milieu de l'une et l'autre mâchoire ne présentent plus la même différence dans leur développement. Les germes ont $0^{m},002$ ou $0^{m},003$ en tous sens. La paroi celluleuse interne de l'organe adamantin, seule subsistante, est formée d'éléments volumineux. Le chapeau de dentine est bien développé, épais de $0^{mm},040$ à $0^{mm},050$ au moins; au sommet, la substance en est homogène, non creusée de canalicules. La face externe est lisse; la face interne est creusée d'excavations ou alvéoles, dans chacune desquelles sont logées plusieurs cellules rapprochées les unes des autres et sans prolongements, beaucoup plus grosses que les cellules osseuses enveloppées dans le travail d'ossification du maxillaire. Le tissu de la pulpe présente également, vers le sommet de la dent, une modification remarquable; il est moins dense, avec de larges sinus vasculaires, mesurant jusqu'à $0^{mm},030$ à $0^{mm},040$.

» L'organe adamantin, réduit à la couche interne, est encore continu, mais très atténué vers le sommet du chapeau de dentine qui semble sur le point de faire éruption. Il n'y a pas d'émail. En dehors de la couche adamantine, on voit une capsule lamineuse assez bien limitée, surtout vers la base du bulbe.

» C. Sur un embryon de $1^{m},50$, les coupes longitudinales montrent les dents de la mâchoire supérieure conique, très obliquement dirigées en

avant. Elles ne sont pas beaucoup plus développées que sur l'embryon de $0^m,90$. A la mâchoire supérieure, elles sont à peine plus larges, mais très allongées d'avant en arrière, et mesurant, dans cette direction, près de $0^m,01$, irrégulières (tricuspides, *eschricht*). La couche adamantine, complètement modifiée d'aspect, réduite en lambeaux discontinus, formant, au sommet des dents de la mâchoire inférieure, un amas conique, d'autres fois, formant des lames irrégulières et stratifiées. Les cellules ont pris une apparence qui les rapproche d'un épithélium corné. Entre ces lambeaux de l'organe adamantin, le tissu lamineux ambiant est venu au contact de la dentine, à laquelle il adhère par places. Le chapeau de dentine est aminci, réduit à l'état d'une lame perforée d'orifices plus ou moins larges à travers lesquels le tissu lamineux périphérique se continue avec celui de la pulpe.

» Cette disposition est probablement le signal d'une disparition rapide de la dent; chez un fœtus ayant à peu près la même taille, nous ne trouvons plus trace de dents à la mâchoire supérieure. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les propriétés optiques des corps cristallisés, présentant la forme sphérolithique.* Note de M. E. BERTRAND, présentée par M. des Cloizeaux.

« L'examen en lumière polarisée d'un certain nombre de minéraux présentant la forme sphérolithique m'a permis de déterminer le système cristallin de plusieurs espèces minérales, et de montrer que les déterminations faites par cette méthode sont aussi certaines que celles que l'on obtiendrait par l'étude d'un cristal isolé en lumière polarisée convergente.

» Si l'on examine, en lumière polarisée parallèle, une lame mince taillée dans un sphérolithe de chaux carbonatée, comme M. Fouqué me l'a montré pour la première fois, il y a environ deux ans, on observe, lorsque la mise au point est exacte, une croix vague à branches épanouies, comme il arrive pour la plupart des substances globuleuses; mais si l'on élève ou si l'on abaisse le tube du microscope d'une quantité convenable, on cesse de voir nettement les détails de la préparation, puisque l'on n'est plus au point; mais on aperçoit une croix très nette, et des anneaux absolument semblables à ceux que l'on observe d'ordinaire en lumière polarisée convergente.

» Je me suis assuré que des sphérolithes de chaux carbonatée, de dial-

logite, de smithsonite donnent, avec le mica $\frac{1}{4}$ d'onde, le caractère négatif et que des sphérolithes de quartz donnent le caractère positif.

» Je me suis également assuré que les substances sphérolithiques uniaxes donnent seules des anneaux, tandis que les substances biaxes peuvent donner des croix plus ou moins nettes, mais jamais d'anneaux.

» Le phénomène observé est donc tout à fait caractéristique du minéral composant le sphérolithe, et la théorie mathématique que M. Mallard en a donnée ([1]) vient confirmer mes observations.

» J'ai pu, par cette méthode ([2]), montrer que le rhabdophane est uniaxe positif, et doit être rapporté à la phosphocérite, et non pas à la monazite, comme on l'avait supposé.

» J'ai montré également ([3]) que le plomb gomme est hexagonal positif, et ne peut être réuni à la pyromorphite qui est négative. Il en est de même de l'hitchcockite, qui n'est qu'une variété de plomb gomme.

» La voltzine de Joachimsthal ([4]) présente aussi des caractères sphérolithiques très nets, et doit être considérée comme une espèce minérale parfaitement déterminée.

» Enfin j'ai pu constater récemment que la nouméïte, un des principaux minerais de nickel actuellement exploités dans la Nouvelle-Calédonie, est nettement cristallisée à l'état sphérolithique, avec caractère positif. C'est un silicate hydraté de magnésie, renfermant des quantités variables d'oxyde de nickel, et tout à fait semblable, quant à ses propriétés optiques, aux hydrosilicates de magnésie auxquels on a donné les noms de *gymnite*, *nickel-gymnite*, *cérolite*, *deweylite*, *pimelite*.

» Cette nouvelle méthode de détermination du système cristallin des minéraux m'a donc donné déjà un certain nombre de résultats; je crois qu'elle est appelée à en donner encore beaucoup d'autres; j'ai pensé qu'il était intéressant de la signaler à l'attention des minéralogistes ([5]). »

([1]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. IV, 1881, n° 3, p. 66.

([2]) *Comptes rendus*, 1878, t. LXXXVI, p. 1028; *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. III, 1880, n° 3, p. 58.

([3]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. IV, 1881, n° 2, p. 37.

([4]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. IV, 1881, n° 3, p. 59.

([5]) Il m'est impossible, dans cette Note, d'entrer dans les détails pratiques concernant la taille des sphérolithes, l'épaisseur la plus convenable, etc. Je dois cependant mettre en garde contre une erreur que l'on pourrait commettre en confondant les anneaux plus ou moins colorés, que l'on voit souvent dans les substances concrétionnées, avec les anneaux produits par les interférences dans les véritables sphérolithes cristallisés uniaxes. Ces derniers

M. **Mouchez**, en présentant à l'Académie une « Carte magnétique de la Russie », par le colonel *A. de Tillo*, s'exprime comme il suit :

« M. le colonel d'état-major russe *A. de Tillo* vient de terminer une intéressante étude du magnétisme terrestre en Russie.

» Il a observé l'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille aimantée en 700 points répartis sur toute la surface de la Russie d'Europe, et il a construit des Cartes magnétiques qui présentent le double intérêt de l'actualité et des faits particuliers qui y sont signalés.

» La première Carte contient, de degré en degré, les lignes isogoniques et isocliniques pour l'époque 1880,0; elle est basée sur 700 observations, dont 350 sont antérieures à 1870, et 350 ont été faites depuis 1870 jusqu'en 1880. La réduction à la même époque a été faite avec beaucoup de soin, et l'on croît pouvoir assurer que l'erreur provenant de ce fait ne dépasse jamais 5′ à 6′.

» Il ressort de ce travail que la répartition de la déclinaison ainsi que de l'inclinaison n'est pas régulière, que les déviations de $\frac{3}{4}$ de degré se trouvent presque partout. Les doubles raies sur la Carte indiquent les anomalies principales qui atteignent ou dépassent $\pm 4°$.

» Trois foyers d'anomalie magnétique se trouvent en Russie, l'un dans le golfe de Finlande, l'autre auprès des villes Orel, Koursk et Charkou, la troisième dans l'Oural, près d'Ekatherinbourg et Statooust.

» La deuxième Carte représente les lignes isogoniques et isocliniques comparées pour deux époques : 1842, d'après le général Sabine, et 1880, d'après le colonel Tillo.

» La troisième donne les lignes qui relient les points sur lesquels le changement annuel de la déclinaison est le même; ainsi, au nord-est de la Russie d'Europe, la ligne — 3′ indique les lieux où le changement annuel de la déclinaison n'est que de 3′, tandis qu'au nord-ouest et à l'ouest de la Russie ce changement est de 7′ par an; les lignes intermédiaires de 4′, 5′ et

---

anneaux ne sont visibles que lorsque la mise au point n'a pas lieu sur la préparation, tandis que les anneaux qui ne sont pas produits par des interférences sont visibles lorsque la mise au point est exacte.

La compensation avec le mica $\frac{1}{4}$ d'onde ne se fait, en général, d'une façon nette qu'avec les véritables sphérolithes uniaxes; mais ce caractère à lui seul n'est pas suffisant, si l'on ne voit pas en même temps de véritables anneaux d'interférence.

Pour obtenir les phénomènes aussi nets que possibles, il faut tailler la lame entre le centre du sphérolithe et la surface.

surtout la ligne 6′ ont une courbure qui semble indiquer un certain rapport avec la distance à la mer Glaciale.

» La quatrième Carte donne les lignes reliant les points où le changement d'inclinaison annuel est le même.

» On voit qu'à l'est l'inclinaison augmente de 1′ par an, tandis qu'à l'ouest elle diminue de 2′ par an. La configuration de ces lignes est beaucoup plus régulière que celle des changements en déclinaison. La ligne où l'inclinaison ne change pas présente un très grand intérêt.

» Ces deux dernières Cartes ont été dressées à l'aide d'observations faites en 120 points, à des époques différentes; l'erreur probable de ces lignes de changement annuel ne doit pas être de plus de ± 1′ d'arc.

» C'est la première fois, je crois, qu'on trace sur les Cartes magnétiques les lignes d'égal changement annuel; c'est une excellente idée qu'a eue le colonel Tillo, et on devra les indiquer à l'avenir toutes les fois qu'on aura les éléments nécessaires pour le faire, car elles seront non seulement très utiles dans la pratique, mais elles pourront aussi faire ressortir quelque phénomène intéressant, ou apporter quelque lumière sur la cause encore si obscure de ces variations périodiques du magnétisme terrestre.

» Il semble inutile de faire ressortir que, à l'aide des Cartes du colonel *Tillo*, il est possible de déterminer, pour une époque et un lieu quelconque de la Russie, l'inclinaison et la déclinaison avec une assez grande précision, mais on ne devra cependant pas s'étendre à une époque trop éloignée de 1880, car rien ne prouve que la valeur des changements annuels reste elle-même invariable.

» L'œuvre de colonel Tillo a pour nous une réelle opportunité au moment où, par l'initiative et sous la direction du Bureau des Longitudes, la France va très prochainement entreprendre une étude générale du magnétisme terrestre sur tout le globe. Nous comptons joindre à la détermination de l'inclinaison et de la déclinaison de l'aiguille aimantée celle de l'intensité magnétique. Ces trois éléments pourront être facilement obtenus à l'aide du même instrument.

» Les Cartes, qui résulteront de cette étude, étant construites à l'aide d'observations faites à peu près simultanément dans tous les observatoires et sur la plupart des mers du globe, auront une exactitude beaucoup plus grande que celles qu'on publie aujourd'hui de temps à autre en Allemagne ou en Angleterre, et qui sont bien plus le résultat d'interpolations dans le temps et dans l'espace que d'observations réelles. Un semblable travail aura trop d'uti-

lité pour la marine et pour la science pour que nous ne puissions compter sur le concours de tous ceux qui seront à même d'y coopérer. »

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 janvier 1882.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Annuaire statistique de la France. 4e année, 1881. Paris, Imp. nationale, 1881; in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. J.-A. Barral. T. XL, année 1880. Paris, Hôtel de la Société, 1881; in-8°.

Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme; par E. Mascart et J. Joubert. T. I : *Phénomènes généraux et théorie.* Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras. IIe série, t. XII. Arras, imp. Rohard-Courtin, 1881; in-8°.

Culture et exploitation des arbres, etc.; par A. Rousset. Valence, 1882; in-8°.

Tables générales des vingt premiers volumes de la Société archéologique du département de Constantine. Constantine, imp. Arnolet, 1881; in-8°.

L'alcaptone dans les urines; par M. E. Schmitt. Paris, J.-B. Baillière, 1882; br. in-8°.

Official copy quarterly weather report of the Meteorological Office. New series, Part. I. January-March, 1876. London, 1881; in-4°.

Atti e Memorie della R. Accademia virgiliana di Mantova, anno 1881. Mantova, tipog. Mondovi, 1881; in-8°.

Del lago di Garda e del suo emissario il Mincio. Studi e considerazioni del Commissario ingegnere J. Martinelli. Mantova, tipog. Mondovi, 1881; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 FÉVRIER 1882.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce. T. C. Paris, Imp. nationale, 1881; in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la neuvième session. Reims, 1880; Paris, au secrétariat de l'Association, 1881; in-8° relié.

Recherches expérimentales sur la relation qui existe entre la résistance de l'air et sa température, etc.; par G. A. HIRN. Colmar, E. Barth, 1882; in-4°.

Recherches expérimentales sur la relation qui existe entre la résistance de l'air et sa température; par M. G. A. HIRN. *Rapport de* M. MELSENS. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1881; in-8°.

Le monde physique; par AM. GUILLEMIN. 10e série liv. 87 à 98. T. II : *La lumière.* Paris, Hachette et Cie, 1882; in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris; par M. C. GOGOU. 1re Thèse : *Sur une inégalité lunaire à longue période due à l'action perturbatrice de Mars.* 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°. (Deux exemplaires.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. 1881; décembre. Paris, Dunod, 1882; in-8°.

Ferments et maladies; par E. DUCLAUX. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Observations météorologiques publiées par la Société des Sciences de Finlande; Vol. VII, année 1879. Helsingfors, 1882; in-8°.

Leçons sur les modifications du sang; par G. HAYEM. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

La lumière électrique; par E. ALGLAVE *et* J. BOULARD. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1882; in-8°.

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1880; t. XXII. Bordeaux, imp. Lanefranque, 1881; in-8°.

Atti della reale Accademia di Archeologia, Lettere e Belle-Arti, 1880-1881. Napoli, 1881; in-4°.

Del sistema commissurale centrale dell' encephalo umano. Ricerche dei prof. L. Ageno *e* T. Beisso. Genova, tipog. Verardo, 1881; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 6 février 1882.)

Page 325, ligne 19, *au lieu de* diméthylamine, *lisez* diméthylaniline.